



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário

**ELABORAÇÃO DE PLANTA DE VALORES GENÉRICOS PARA ZONA RURAL  
COM USO DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA**

Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Elizândra Francisco Machado

Orientador: Prof. Dr. Norberto Hochheim

Florianópolis, 2006

**ELIZÂNDRA FRANCISCO MACHADO**

**ELABORAÇÃO DE PLANTA DE VALORES GENÉRICOS PARA ZONA RURAL  
COM USO DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia, na área de Cadastro Técnico Multifinalitário, da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil sob orientação do Prof Dr. Ing. Norberto Hochheim.

Florianópolis, 2006

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

A presente dissertação foi julgada como requisito final para obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL pelo Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil – PPGEC, em sessão pública realizada em 02/2006.

---

Coord.

---

Orientador

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Norberto Hochheim

---

Prof. Dr. Roque Alberto Sanchez Dalotto

---

Prof. Dr. Jürgen Wilhelm Philips

---

Prof. Dr. Jucilei Cordini

---

Profª Drª Rosiane Berenice Nicoloso Denardin

## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir este trabalho, quero agradecer às pessoas que acompanharam e colaboraram para sua realização.

Em primeiro lugar agradeço a Deus por me guiar e iluminar sempre os meus caminhos.

Minha família é a base de tudo que sou hoje. Agradeço a minha mãe Iraci Chiodi e meu padrasto Olímpio Piazza, pelo amor, incentivo e amizade sempre.

Em especial à minha irmã Sandra Machado, por ter me introduzido na área de avaliações de imóveis, grande incentivadora em todos os momentos, sem você nada disso seria possível.

Em especial à minha irmã Leandra Machado, seu marido Leandro Magri e minha sobrinha Letícia Magri, pela acolhida, carinho e amor dedicados.

Ao meu irmão Ricardo Machado e Ivana Kirchner, minha irmã de coração, pela grande amizade e carinho.

À Dra. Rosiane Berenice Nicoloso Denardin, grande incentivadora, pela amizade e conhecimentos transmitidos sempre.

Aos colegas do GEAP-UFSC, em especial ao André L. Heberle pela dedicação e amizade.

Ao amigo Eng. Agr. Moacir Mário de Marco, pela amizade e ensinamentos transmitidos.

Aos amigos e amigas da Unochapecó, vocês estão sempre no meu coração. Em especial à Joseana Forestti, por ter acreditado em mim mais do que eu mesma.

À Olinda Moretto, minha mãe de coração, por tudo que fizeste por mim.

Ao professor Dr. Norberto Hochheim, pela orientação e paciência sempre.

Aos professores e funcionários do PPGEAC, em especial ao Prof. Dr. Jucilei Cordini e Jürgen Philips, pela amizade e incentivo.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos aqueles que acreditaram e contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, muito obrigada!

## SUMÁRIO

<a href="#">LISTA DE FIGURAS</a> .....	8
<a href="#">LISTA DE TABELAS</a> .....	10
<a href="#">LISTA DE ABREVIATURAS</a> .....	11
<a href="#">RESUMO</a> .....	12
<a href="#">ABSTRACT</a> .....	13
<a href="#">CAPÍTULO I</a> .....	14
<a href="#">1 INTRODUÇÃO</a> .....	14
<a href="#">1.1 Objetivos</a> .....	15
<a href="#">1.1.1 Objetivo geral</a> .....	15
<a href="#">1.1.2 Objetivos específicos</a> .....	16
<a href="#">1.2 Justificativa</a> .....	16
<a href="#">1.3 Estrutura da dissertação</a> .....	17
<a href="#">CAPÍTULO II</a> .....	18
<a href="#">2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</a> .....	18
<a href="#">2.1 Valor</a> .....	18
<a href="#">2.2 Imóvel rural</a> .....	19
<a href="#">2.3 Tributos</a> .....	20
<a href="#">2.4 Imposto Territorial Rural (ITR)</a> .....	21
<a href="#">2.5 Cadastro</a> .....	26
<a href="#">2.6 Planta de Valores Genéricos (PVG)</a> .....	31
<a href="#">2.7 Engenharia de avaliações</a> .....	32
<a href="#">2.7.1 Metodologia básica aplicável</a> .....	33
<a href="#">2.7.1.1 Inferência estatística</a> .....	34
<a href="#">2.7.1.1.1 Análise de regressão</a> .....	35
<a href="#">2.7.1.1.2 Coeficiente de correlação linear: <math>r</math></a> .....	37
<a href="#">2.7.1.1.3 Coeficiente de determinação <math>r^2</math></a> .....	38
<a href="#">2.7.1.1.4 Análise da variância</a> .....	39
<a href="#">2.7.1.1.5 Teste de significância</a> .....	39
<a href="#">2.7.1.1.6 Pressupostos básicos</a> .....	40

<a href="#"><u>2.7.1.1.7 Verificação dos pressupostos do modelo</u></a>	42
<a href="#"><u>2.7.1.1.7.1 Linearidade</u></a>	42
<a href="#"><u>2.7.1.1.7.2 Normalidade dos resíduos</u></a>	42
<a href="#"><u>2.7.1.1.7.3 Homocedasticidade</u></a>	43
<a href="#"><u>2.7.1.1.7.4 Multicolinearidade</u></a>	43
<a href="#"><u>2.7.1.1.7.5 Pontos influenciantes ou Outliers</u></a>	44
<a href="#"><u>2.7.2 Superfície de tendência (Trend Surface Analysis - TSA)</u></a>	45
<a href="#"><u>CAPÍTULO III</u></a>	51
<a href="#"><u>3 MATERIAIS E MÉTODOS</u></a>	51
<a href="#"><u>CAPÍTULO IV</u></a>	57
<a href="#"><u>4 ÁREA DE ESTUDO</u></a>	57
<a href="#"><u>4.1 Caracterização da área de estudo</u></a>	57
<a href="#"><u>4.2 Composição da amostra</u></a>	62
<a href="#"><u>CAPÍTULO V</u></a>	64
<a href="#"><u>5. RESULTADOS E ANÁLISES</u></a>	64
<a href="#"><u>5.1 Equações</u></a>	64
<a href="#"><u>5.2 Contribuição das variáveis na formação do valor final do hectare das terras</u></a>	66
<a href="#"><u>5.3 Estatísticas Básicas</u></a>	69
<a href="#"><u>5.3.1 Análise da média e desvio padrão dos modelos</u></a>	69
<a href="#"><u>5.3.2 Análise dos Desvios Padrões dos Resíduos</u></a>	70
<a href="#"><u>5.4 Correlação e Coeficientes de Determinação dos Modelos</u></a>	70
<a href="#"><u>5.5 Significância dos Regressores (bicaudal)</u></a>	71
<a href="#"><u>5.6 Análise da Variância</u></a>	73
<a href="#"><u>5.7 Multicolinearidade</u></a>	74
<a href="#"><u>5.8 Homocedasticidade</u></a>	77
<a href="#"><u>5.9 Presença de Outliers</u></a>	79
<a href="#"><u>5.10 Normalidade</u></a>	80
<a href="#"><u>5.11 Análise da autocorrelação</u></a>	82
<a href="#"><u>5.11.1 Análise da autocorrelação espacial através dos mapas dos resíduos</u></a>	82
<a href="#"><u>5.12 Valor da localização</u></a>	86

<a href="#"><u>5.12.1 Valor da localização para a primeira ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a>	86
<a href="#"><u>5.12.2 Valor da localização para a terceira ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a>	88
<a href="#"><u>5.12.3 Valor da localização para a quarta ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a>	90
<a href="#"><u>5.13 Confecção da Planta de Valores Genéricos</u></a>	92
<a href="#"><u>CAPÍTULO VI</u></a>	94
<a href="#"><u>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u></a>	94
<a href="#"><u>6.1 Conclusões</u></a>	94
<a href="#"><u>6.1.1 Análise dos dados</u></a>	94
<a href="#"><u>6.1.2 Análise da autocorrelação</u></a>	95
<a href="#"><u>6.1.3 Valor da localização</u></a>	95
<a href="#"><u>6.1.4 Comentários finais</u></a>	96
<a href="#"><u>6.2 Recomendações para futuros trabalhos</u></a>	96
<a href="#"><u>REFERÊNCIAS</u></a>	97
<a href="#"><u>APÊNDICE 1- Amostra</u></a>	104

## LISTA DE FIGURAS

<a href="#">Figura 2.1- Diagrama de dispersão com reta de regressão e resíduos</a>	37
<a href="#">Figura 2.2 - Gráfico dos valores dos erros padronizados</a>	45
<a href="#">Figura 3.1 – Fluxograma dos procedimentos da pesquisa</a>	56
<a href="#">Figura 4.1 - Estado de Santa Catarina</a>	58
<a href="#">Figura 4.2 - Município de Chapecó com suas divisas</a>	60
<a href="#">Figura 4.3 - Figura representando o Município de Chapecó</a>	61
<a href="#">Figura 4.4 - Figura do município de Chapecó indicando a localização dos imóveis que compõe a amostra e a distribuição de classe de valores do ha, em R\$</a>	63
<a href="#">Figura 5.1 - Gráfico da influência das classes de terras na formação do valor dos imóveis</a>	67
<a href="#">Figura 5.2 - Gráfico da influência da acessibilidade ótima x classificação das terras na formação do valor dos imóveis</a>	68
<a href="#">Figura 5.3 - Gráfico da influência da acessibilidade boa x classificação das terras na formação do valor dos imóveis</a>	68
<a href="#">Figura 5.4 - Gráfico da influência da acessibilidade ruim x classificação das terras na formação do valor dos imóveis</a>	68
<a href="#">Figura 5.5 - Gráfico de resíduos x valor estimado para o primeiro modelo de equação de regressão</a>	77
<a href="#">Figura 5.6 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 1ª ordem de superfície de tendência</a>	78
<a href="#">Ilustração 5.7 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 3ª de superfície de tendência</a>	78
<a href="#">Figura 5.8 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 4ª ordem de superfície de tendência</a>	78
<a href="#">Figura 5.9 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para o 1º modelo de equação de regressão</a>	80
<a href="#">Figura 5.10 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 1ª ordem de superfície de tendência</a>	80



<a href="#"><u>Figura 5.11 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 3ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	81
<a href="#"><u>Figura 5.12 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 4ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	81
<a href="#"><u>Figura 5.13 - Mapa dos resíduos para o 1º modelo de equação de regressão</u></a> .....	82
<a href="#"><u>Figura 5.14 - Mapa dos resíduos para a 1ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	83
<a href="#"><u>Figura 5.15 - Mapa dos resíduos para a 3ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	83
<a href="#"><u>Figura 5.16 - Mapa dos resíduos para a 4ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	84
<a href="#"><u>Figura 5.17 - Mapa dos resíduos para o 1º modelo</u></a> .....	85
<a href="#"><u>Figura 5.18 - Mapa dos resíduos para a 4ª ordem</u></a> .....	85
<a href="#"><u>Figura 5.19 - Mapa com as isovalores da localização para a 1ª ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a> .....	87
<a href="#"><u>Figura 5.20 - Mapa contendo os isovalores da localização para a 3ª ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a> .....	89
<a href="#"><u>Figura 5.21 - Mapa contendo os isovalores da localização para a 4ª ordem de polinômio de superfície de tendência</u></a> .....	91
<a href="#"><u>Figura 5.22 - Planta de valores genéricos para imóveis rurais do Município de Chapecó</u></a> .....	93

## LISTA DE TABELAS

<a href="#"><u>Tabela 2.1 - Tabela de alíquotas</u></a> .....	25
<a href="#"><u>Tabela 2.2 - Valores notáveis da distribuição normal padronizada</u></a> .....	42
<a href="#"><u>Tabela 5.1 - Quadro comparativo das estatísticas básicas dos modelos</u></a> .....	69
<a href="#"><u>Tabela 5.2 - Quadro comparativo do desvio padrão dos resíduos</u></a> .....	70
<a href="#"><u>Tabela 5.3 - Quadro comparativo das correlações dos modelos</u></a> .....	70
<a href="#"><u>Tabela 5.4 - Significância dos regressores (bicaudal) para o 1º modelo de equação de regressão</u></a> .....	71
<a href="#"><u>Tabela 5.5 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 1ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	72
<a href="#"><u>Tabela 5.6 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 3ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	72
<a href="#"><u>Tabela 5.7 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 4ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	73
<a href="#"><u>Tabela 5.8 - análise da variância dos modelos</u></a> .....	73
<a href="#"><u>Tabela 5.9 - Correlações parciais para o 1º modelo de equação de regressão</u></a> .....	74
<a href="#"><u>Tabela 5.10 - Correlações parciais para a 1ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	74
<a href="#"><u>Tabela 5.11 - Correlações parciais para a 3ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	75
<a href="#"><u>Tabela 5.12 - Correlações parciais para a 4ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	76
<a href="#"><u>Tabela 5.13 - Tabela de indicação de outliers para o 1º modelo de equação de regressão</u></a> .....	79
<a href="#"><u>Tabela 5.14 - Tabela de indicação de outliers para a 1ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	79
<a href="#"><u>Tabela 5.15 - Tabela de indicação de outliers para a 3ª ordem de superfície de tendência</u></a> .....	79

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
CBD - Central Business District  
CF – Constituição Federal  
DIAT – Documento de Informação e Apuração do ITR  
FECAM – Federação dos Municípios de Santa Catarina  
GU - Grau de Utilização  
GPS - Global Positioning System  
ha - Hectare  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBRA - Instituto Brasileira de Reforma Agrária  
IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal  
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INDA - Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário  
ITR – Imposto Territorial Rural  
NBR - Norma Brasileira de Referência  
ONU – Organizações das Nações Unidas  
PNDU - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PVG – Planta de Valores Genéricos  
SNCR - Sistema Nacional de Cadastro Rural  
SRF – Secretaria da Receita Federal  
TSA - Trend Surface Analysis  
UTM - Universal Transversal de Mercator  
VTN - Valor da Terra Nua  
VTNt – Valor da Terra Nua Tributável

## RESUMO

Os municípios que optarem por arrecadar o Imposto Territorial Rural (ITR) (Emenda Constitucional no. 42, de 19 de dezembro de 2003) deverão possuir dados atualizados dos valores dos imóveis rurais. A Engenharia de Avaliações utiliza diversos métodos para apurar tecnicamente os valores de imóveis. O de uso mais habitual é o Método Comparativo de Dados de Mercado, onde a valoração se dá através de comparação entre o imóvel a ser avaliado com outros imóveis ofertados no mercado. A Análise de Superfície de Tendência (*Trend Surface Analysis* – TSA) é uma técnica que busca considerar a variável localização de forma objetiva e o seu emprego permite reduzir o efeito da autocorrelação espacial. Este trabalho apresenta uma proposta de elaboração de Planta de Valores Genéricos (PGV) para área rural, com uma aplicação prática no município de Chapecó/SC. A amostra, composta de 47 imóveis rurais, foi obtida junto ao mercado imobiliário do Município e abrange apenas parte da zona rural, e é nesta área que foi realizado o estudo. O tratamento estatístico dos dados foi realizado através do emprego da técnica de regressão múltipla, incluindo também a TSA que leva em consideração as coordenadas UTM – *Universal Transversa de Mercator* dos imóveis, visando modelar a variável localização. Foram consideradas diversas ordens de polinômio para encontrar a equação de regressão que melhor se ajustasse aos dados de mercado. Os melhores resultados para os diversos testes estatísticos realizados, bem como a redução da autocorrelação espacial, foram obtidos com a aplicação do polinômio de quarta ordem. Através deste modelo foi determinado o valor do hectare dos imóveis para a confecção da PGV.

**Palavras Chave:** Engenharia de avaliações; planta de valores genéricos; superfície de tendência; avaliação de imóveis rurais.

## **ABSTRACT**

In the counties where the Rural Territorial Tax (RTT) is collected (Constitutional Emend 42, of December 19, 2003) it will be necessary to possess information about the values of the agricultural properties. The evaluation engineering uses many methods to determine the value of the properties. The most used method is the Comparative Method of Data of Market, where the valuation is made through the comparison between the property to be evaluated and other properties offered in the market. The Trend Surface Analysis (TSA) is an technique that searches to consider the variable localization in an objective way and it reduces the effect of the space autocorrelation. This work shows a proposal of elaboration of a Generic Value Plant (GVP), specific to the rural zone, with a practical application in Chapecó city in SC State. The sample, made of 47 agricultural properties, was obtained at the real estate market of the city. It comprises only part of the agricultural zone and it was in this area that the study was performed. The statistical treatment of the data was carried out through the use of the technique of multiple regressions and TSA was also included. The TSA considers the UTM (Universal Transversal Mercator) coordinates of the properties in order to shape the variable localization. Several polynomial orders were considered to find the best regression equation. This equation must be adjusted to the market data. The best results to all the performed statistical tests, as well as the reduction of the space autocorrelation, were achieved through the application of the polynomial of fourth order. Through the fourth order model, the value of the hectare of the properties was determined and a GVP was created.

**Key words:** Evaluation engineering, generic value plant; surface analysis; evaluation the agricultural properties.

## **CAPÍTULO I**

---

### **1 INTRODUÇÃO**

O Imposto Territorial Rural (ITR) foi instituído pela Constituição de 1891, 1ª Constituição Federativa do Brasil, a qual transferiu as terras devolutas aos estados, atribuindo a estes a competência de arrecadarem impostos.

As Constituições de 1934 e 1946 mantiveram a competência dos estados de arrecadarem impostos.

Em 1961, através do artigo 29 da Emenda Constitucional nº 5, o tributo passou para a alçada dos Municípios.

Em 1964, a Emenda Constitucional nº 10 estabeleceu sistemática para esse imposto, atribuindo à União a competência tributária e aos municípios a receita gerada pelo tributo.

O Estatuto da Terra, Lei nº. 4.504 de 30 de novembro de 1964, manteve esta competência e determinou que a União pode firmar convênio com os estados e municípios para o lançamento deste imposto, e com os municípios para a arrecadação, ficando a estes a importância arrecadada.

O Código Tributário Nacional, Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, em seu art. 29, dispõe sobre o ITR, tendo como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de imóvel por natureza, localizado fora da zona urbana do município. E em seu art. 85, determina que o produto da arrecadação do ITR caberá aos municípios da localização dos imóveis.

A Constituição Federal (CF) de 1988 determina que cabe à União instituir o ITR, e que 50% do produto da arrecadação das receitas geradas por este imposto devem pertencer aos seus respectivos municípios e o restante à União.

No governo de Fernando Henrique Cardoso foi sancionada a Lei nº. 9.393, de 19 de dezembro de 1996, esta dispõe que a competência do ITR cabe à Secretaria da Receita Federal (SRF).

A Emenda Constitucional nº. 42, de 19 de dezembro de 2003, altera o sistema tributário nacional e determina que o ITR seja progressivo e tenha suas alíquotas fixadas de forma a desestimular as propriedades improdutivas; determinou também que este imposto pode ser fiscalizado e cobrado pelos municípios que assim optarem e, se assim for, caberá a estes a totalidade do produto arrecadado.

Os municípios que optarem por arrecadar o ITR deverão possuir dados atualizados dos valores dos imóveis rurais, principalmente do Valor da Terra Nua (VTN) e do Grau de Utilização (GU) da terra, fatores estes que compõe o cálculo do imposto, conforme lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996.

A engenharia de avaliações se utiliza de diversos métodos para determinar tecnicamente os valores de imóveis rurais e urbanos. O de uso mais habitual é o Método Comparativo de Dados de Mercado, onde a valoração se dá através de comparação entre o imóvel a ser avaliado com outros imóveis ofertados no mercado.

Ao utilizar este método é necessário que se faça uso de diversas variáveis de forma tal que contemplem todas as características relevantes do objeto de estudo. A variável localização é considerada muito importante para compor o valor final dos imóveis.

A Técnica da Superfície de Tendência (Trend Surface Analysis - TSA) é uma técnica que busca considerar a localização de forma objetiva permite reduzir o efeito da autocorrelação espacial.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Elaborar Planta de Valores Genéricos (PVG) para zona rural com uso do método da regressão múltipla e análise de superfície de tendência.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Obter modelo de equação de regressão através da técnica de regressão múltipla e obter modelos de equações de regressão para diversas ordens de polinômios de superfície de tendência para analisar o comportamento da autocorrelação espacial;
- Estudar o comportamento das variáveis na formação do valor dos imóveis;
- Identificar se a técnica de superfície de tendência reduz o efeito da autocorrelação espacial;
- Identificar pólos de valorização e/ou desvalorização dos valores dos imóveis;
- Confecção de PVG para parte da área rural do Município de Chapecó (SC).

## **1.2 Justificativa**

A Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996 institui que o ITR deve ser calculado sobre a área do imóvel, o VTN e o GU das propriedades, portanto, é necessário conhecer o valor venal dos imóveis.

Nas avaliações de imóveis rurais, uma das primeiras providências a serem tomadas pelo engenheiro avaliador é a realização de um cadastro, que deverá conter: levantamento físico com qualificação das benfeitorias; classificação das terras quanto à aptidão agrícola; categoria de acessibilidade ao imóvel; nível de manejo tecnológico usado na exploração agrícola e a distância ao centro consumidor mais próximo. Para tanto, devem-se seguir as diretrizes normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira de Referência (NBR) 14653, a qual trata sobre avaliação de bens, e os princípios preconizados pela engenharia de avaliações.

Na elaboração de uma PVG para o município, geralmente são utilizados métodos de estatística descritiva ou métodos empíricos para calcular os valores dos imóveis.



Porém, os métodos econométricos tornam a avaliação mais objetiva e os resultados menos viesados. A TSA permite utilizar as coordenadas dos imóveis para modelar a variável localização e a influência da vizinhança, fatores estes que tornam os resultados mais precisos.

A PVG do município, com valores de mercado atualizados, permite obter uma base de cálculo para cobrança dos tributos imobiliários, de maneira a garantir a equidade fiscal e a prática da justiça tributária. O seu emprego dá-se ainda no planejamento urbano, permitindo a previsão de custos de desapropriação nas obras públicas e na formação de critérios para cobrança da contribuição de melhoria. Pode-se utilizá-la também para estudar o perfil do mercado imobiliário.

Com este trabalho pretende-se elaborar uma PVG para imóveis rurais para determinar o VTN através da técnica de TSA, de forma a tornar os resultados mais eficientes, mais consistentes e menos tendenciosos.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos.

O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o assunto a ser abordado, bem como a justificativa e os objetivos deste trabalho.

O segundo capítulo traz uma revisão de literatura sobre os assuntos do trabalho. Este subdivide-se em: valor, imóvel rural, tributos, ITR, cadastro, engenharia de avaliações, PVG, regressão múltipla e TSA, que são os temas relevantes para o embasamento teórico desta pesquisa.

O terceiro capítulo descreve os materiais e métodos adotados para a confecção deste trabalho.

O quarto capítulo descreve as características da área de estudo bem como alguns aspectos sócio-econômicos do Município.

O quinto capítulo mostra as análises realizadas e os resultados obtidos.

O sexto capítulo apresenta as conclusões da pesquisa e as recomendações para futuros trabalhos.

## **CAPÍTULO II**

---

### **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1 Valor**

A terra é o suporte de quase toda a atividade humana e contribui para a satisfação de necessidades tais como alimentação, habitação, circulação, produção, etc. Assim sendo, constitui um bem de produção, já que diretamente participa no atendimento das necessidades humanas. Por outro lado, enquanto nas formas primitivas da civilização a terra existia em quantidade superior à necessária, nas sociedades mais desenvolvidas passa a existir em quantidade inferior tornando-se um bem econômico (AURICCHIO, 1981).

Para Frainer (1999), o valor de um bem decorre da sua utilidade, entendida esta como a sua capacidade de atender a uma necessidade, a um desejo e até mesmo a um capricho.

A palavra valor é usada em diferentes situações. O valor de mercado, o valor de reposição dos serviços proporcionados pela propriedade e o valor atual dos benefícios futuros esperados da propriedade são medidas usuais do valor de propriedades (MOREIRA, 2001).

Segundo Moreira (2001), a palavra valor é de difícil definição e uso preciso, pois valor é um termo relativo pelo qual o desejo de propriedade é estabelecido comparando com outra propriedade ou com dinheiro, porém devem-se considerar os elementos que contribuem na formação deste valor, como o tempo, o lugar, a finalidade e as partes interessadas.

Segundo a ABNT NBR 14653-1:2001, valor de mercado é a quantia provável pela qual se negocia voluntariamente e conscientemente um bem, numa determinada data, dentro das condições vigentes no mercado.

Valor de mercado é aquele encontrado por um vendedor desejoso de vender, mas não forçado e um comprador desejoso de comprar, mas também não forçado, ambos conhecendo as condições de compra e venda e a utilidade da propriedade (MOREIRA, 2001).

A identificação do valor deve ser efetuada segundo a metodologia que melhor se aplique ao mercado de inserção do bem e a partir do tratamento dos dados de mercado, permitindo-se arredondar o resultado de sua avaliação, desde que o ajuste não varie mais do que 1% do valor estimado, e, indicar a faixa de variação de preços do mercado admitida como tolerável em relação ao valor final, desde que indicada a probabilidade associada (ABNT NBR 14653-1:2001).

## 2.2 Imóvel rural

O Estatuto da terra, Lei nº. 4.504 de 30 de novembro de 1964, tem a seguinte definição para imóvel rural:

*" [...]*

*Art 4º - Para efeitos desta Lei, definem-se*

*I – Imóvel Rural - O prédio rústico, de área contínua qualquer que seja a sua localização que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agro-industrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada." (BRASIL, 1964).*

A Lei nº. 5.868 de 12 de dezembro de 1972, a qual cria o Sistema Nacional de Cadastro e dá outras providências, em seu art. 6º, traz a seguinte definição para imóvel rural:

*" [...]*

*Art. 6º ...considera-se imóvel rural aquele que se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal ou agroindustrial e que, independentemente de sua localização, tiver área superior a 1 (um) hectare." (Brasil, 1972)*

A Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996, a qual dispõe sobre o ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências, em seu Art. 1º, regulamenta:

*“Art. 1º*

*...*

*§2º - Para efeitos dessa Lei, considera-se imóvel rural a área contínua, formada de uma ou mais parcelas de terras, localizada na área rural do município.” (BRASIL, 1996)*

A ABNT, NBR 14653-3:2004, define o imóvel rural como imóvel com vocação para exploração animal ou vegetal, qualquer que seja sua situação.

## 2.3 Tributos

O Código Tributário Nacional, Lei 5.172, de 25 de outubro de 1966 define:

*“[...]*

*Art 3º - Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada.” (BRASIL, 1966)*

O mesmo, em seu Art. 4º dispõe sobre a natureza jurídica dos tributos:

*“[...]*

*Art. 4º - A natureza jurídica específica do tributo é determinada pelo fato gerador da respectiva obrigação, sendo irrelevantes para qualificá-la:*

*I - a denominação e demais características formais adotadas pela lei;*

*II - a destinação legal do produto da sua arrecadação.” (BRASIL, 1966).*

A competência tributária figura entre as competências legislativas conferidas pela Constituição aos entes políticos (CAMARGOS, 2001).

Segundo Carazza (1991), apud Camargos (2001), competência tributária é a possibilidade de criar tributos, descrevendo legislativamente, suas hipóteses de incidência, seus sujeitos ativos, suas bases de cálculo e suas alíquotas.

Estabelece a Constituição Federal de 1988:

“[...]”

*Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos:*

*I - impostos;*

*II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição;*

*III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas.” (BRASIL, 1988).*

O Código Tributário Nacional, Lei 5.172, de 25 de outubro de 1966, dispõe:

“[...]”

*Art. 16. Imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte.” (BRASIL, 1966).*

## 2.4 Imposto Territorial Rural (ITR)

O Código Tributário Nacional, Lei 5.172, de 25 de outubro de 1966 dispõe sobre o ITR:

“[...]”

*Art. 29. O imposto, de competência da União, sobre a propriedade territorial rural tem como fato gerador a propriedade, o domicílio útil ou a posse de imóvel por natureza, como definido na lei civil, localizado fora da zona urbana do Município.*

*Art. 30. A base do cálculo do imposto é o valor fundiário.*

*Art. 31. Contribuinte do imposto é o proprietário do imóvel, o titular de seu domínio útil, ou o seu possuidor a qualquer título.” (BRASIL, 1966).*

Segundo a Constituição Federal de 1988:

“[...]”

*Art. 153 – Compete à União instituir impostos sobre:*

*[...]”*

*VI – propriedade territorial rural:” (BRASIL, 1988).*

A Emenda Constitucional nº 42, de 19 de dezembro de 2003 dispõe sobre o ITR.

*"[...]*

*Art. 153. ....*

*[...]*

*§ 4º O imposto previsto no inciso VI do caput:*

*I - será progressivo e terá suas alíquotas fixadas de forma a desestimular a manutenção de propriedades improdutivas;*

*II - não incidirá sobre pequenas glebas rurais, definidas em lei, quando as explore o proprietário que não possua outro imóvel;*

*III - será fiscalizado e cobrado pelos Municípios que assim optarem, na forma da lei, desde que não implique redução do imposto ou qualquer outra forma de renúncia fiscal."*

*[...]*

*Art. 158. Pertencem aos municípios:*

*[...]*

*II – cinquenta por cento do produto da arrecadação do imposto da União sobre a Propriedade Territorial Rural, relativamente aos imóveis nele situados, cabendo a totalidade na hipótese da opção a que se refere o art. 153 § 4º, III." (BRASIL,2003).*

A Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996 a qual dispõe sobre o ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências, regulamenta:

*"Art. 1º - O Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), de apuração anual, tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse do imóvel por natureza, localizado fora da zona urbana do município, em 1º de janeiro de cada ano.*

*§ 1º - O ITR incide inclusive sobre o imóvel declarado de interesse social para fins de reforma agrária, enquanto não transferida a propriedade, exceto se houver imissão prévia de posse.*

*§2º - Para efeitos dessa Lei, considera-se imóvel rural a área contínua, formada de uma ou mais parcelas de terras, localizada na área rural do município.*

*§3º - O imóvel que pertencer a mais de um município deverá ser enquadrado no município onde se localiza a maior parte do imóvel." (BRASIL, 1996).*

A Lei nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972 dispõe,

*“[...]”*

*Art. 5º - São isentas do ITR*

*I - as áreas de preservação permanente onde existam florestas formadas ou em formação;*

*II - as áreas reflorestadas com essências nativas.*

*Parágrafo único. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), ouvido o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em Instrução Especial aprovada pelo Ministro da Agricultura, baixará as normas disciplinadoras da aplicação do disposto neste artigo.” (BRASIL, 1972).*

A Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996, dispõe sobre a apuração do ITR

*“[...]”*

*Art. 10. A apuração e o pagamento do ITR serão efetuados pelo contribuinte, independentemente de prévio procedimento da administração tributária, nos prazos e condições estabelecidos pela SRF, sujeitando-se a homologação posterior.*

*§ 1º Para os efeitos de apuração do ITR, considerar-se-á:*

*I - VTN, o valor do imóvel, excluídos os valores relativos a:*

*a) construções, instalações e benfeitorias;*

*b) culturas permanentes e temporárias;*

*c) pastagens cultivadas e melhoradas;*

*d) florestas plantadas;*

*II - área tributável, a área total do imóvel, menos as áreas:*

*a) de preservação permanente e de reserva legal, previstas na Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, com a redação dada pela Lei nº. 7.803, de 18 de julho de 1989;*

*b) de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas, assim declaradas mediante ato do órgão competente, federal ou estadual, e que ampliem as restrições de uso previstas na alínea anterior;*

*c) comprovadamente imprestáveis para qualquer exploração agrícola, pecuária, granjeira, aquícola ou florestal, declaradas de interesse ecológico mediante ato do órgão competente, federal ou estadual;*

*d) as áreas sob regime de servidão florestal. (Inclusão dada pela Medida Provisória nº. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)*

*III - O Valor da Terra Nua Tributável (VTNt), obtido pela multiplicação do VTN pelo quociente entre a área tributável e a área total;*

*IV - área aproveitável, a que for passível de exploração agrícola, pecuária, granjeira, aquícola ou florestal, excluídas as áreas:*

*a) ocupadas por benfeitorias úteis e necessárias;*

*b) de que tratam as alíneas "a", "b" e "c" do inciso II;*

*V - área efetivamente utilizada, a porção do imóvel que no ano anterior tenha:*

*a) sido plantada com produtos vegetais;*

*b) servido de pastagem, nativa ou plantada, observados índices de lotação por zona de pecuária;*

*c) sido objeto de exploração extrativa, observados os índices de rendimento por produto e a legislação ambiental;*

*d) servido para exploração de atividades granjeira e aquícola;*

*e) sido o objeto de implantação de projeto técnico, nos termos do art. 7º da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993;*

*VI - Grau de Utilização - GU, a relação percentual entre a área efetivamente utilizada e a área aproveitável.*

*§ 2º As informações que permitam determinar o GU deverão constar do Documento de Apuração e Informação do ITR (DIAT).*

*§ 3º Os índices a que se referem as alíneas "b" e "c" do inciso V do § 1º serão fixados, ouvido o Conselho Nacional de Política Agrícola, pela SRF, que dispensará da sua aplicação os imóveis com área inferior a:*

*a) 1.000 hectares (ha), se localizados em municípios compreendidos na Amazônia Ocidental ou no Pantanal mato-grossense e sul-mato-grossense;*

*b) 500 ha, se localizados em municípios compreendidos no Polígono das Secas ou na Amazônia Oriental;*

*c) 200 ha, se localizados em qualquer outro município.*

*§ 4º Para os fins do inciso V do § 1º, o contribuinte poderá valer-se dos dados sobre a área utilizada e respectiva produção, fornecidos pelo arrendatário ou parceiro, quando o imóvel, ou parte dele, estiver sendo explorado em regime de arrendamento ou parceria.*

*§ 5º Na hipótese de que trata a alínea "c" do inciso V do § 1º, será considerada a área total objeto de plano de manejo sustentado, desde que aprovado pelo órgão competente, e cujo cronograma esteja sendo cumprido pelo contribuinte.*



§ 6º Será considerada como efetivamente utilizada a área dos imóveis rurais que, no ano anterior, estejam:

I - comprovadamente situados em área de ocorrência de calamidade pública decretada pelo Poder Público, de que resulte frustração de safras ou destruição de pastagens;

II - oficialmente destinados à execução de atividades de pesquisa e experimentação que objetivem o avanço tecnológico da agricultura.

§ 7º A declaração para fim de isenção do ITR relativa às áreas de que tratam as alíneas "a" e "d" do inciso II, § 1º, deste artigo, não está sujeita à prévia comprovação por parte do declarante, ficando o mesmo responsável pelo pagamento do imposto correspondente, com juros e multa previstos nesta Lei, caso fique comprovado que a sua declaração não é verdadeira, sem prejuízo de outras sanções aplicáveis." (Inclusão dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)". (BRASIL, 1996).

A Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996 dispõe sobre o Valor do Imposto:

[...]

Art. 11. O valor do imposto será apurado aplicando-se sobre o VT<sub>Nt</sub> a alíquota correspondente, prevista na tabela 2.1, considerados a área total do imóvel e o GU.

§ 1º Na hipótese de inexistir área aproveitável após efetuadas as exclusões previstas no art. 10, § 1º, inciso IV, serão aplicadas as alíquotas, correspondentes aos imóveis com grau de utilização superior a 80% (oitenta por cento), observada a área total do imóvel.

§ 2º Em nenhuma hipótese o valor do imposto devido será inferior a R\$ 10,00 (dez reais)." (Brasil, 1996).

**Tabela 2.1- Tabela de alíquotas**

Área total do imóvel(ha)	GRAU DE UTILIZAÇÃO - GU ( EM %)				
	> que 80	> que 65 até 80	> que 50 até 65	> que 30 até 50	Até 30
Até 50	0,03	0,20	0,40	0,70	1,00
Maior que 50 até 200	0,07	0,40	0,80	1,40	2,00
Maior que 200 até 500	0,10	0,60	1,30	2,30	3,30
Maior que 500 até 1.000	0,15	0,85	1,90	3,30	4,70
Maior que 1.000 até 5.000	0,30	1,60	3,40	6,00	8,60
Acima de 5.000	0,45	3,00	6,40	12,00	20,00

Segundo Camargos (2001), o núcleo da enunciação legal da hipótese de incidência do ITR não é a propriedade, a posse ou o domínio útil, mas sim, ser proprietário, ser possuidor é ser enfiteuta. O imposto, desta forma, não incide sobre o bem – imóvel por natureza -, mas sobre o direito real da pessoa. Desta forma, o fato gerador principal do ITR é o direito de propriedade sobre o bem imóvel por natureza, situado em zona rural.

Todo proprietário salvo o senhorio na enfiteuse, os imunes e isentos, está sujeito ao pagamento do ITR. O imposto, portanto, se vincula à figura do proprietário e não ao imóvel em si (CAMARGOS, 2001).

## 2.5 Cadastro

O Estatuto da Terra, Lei nº 4.504 de 30 de novembro de 1964 em seu Art. 1º, institui a execução da reforma agrária e em seu Art. 2º garantiu a todos o acesso à propriedade da terra, condicionada pela sua função social, ou seja, quando a propriedade favorece o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela trabalham, mantém níveis satisfatórios de produtividade, assegura a conservação dos recursos naturais e observa as disposições legais. E em seu Art. 46, instituiu o cadastro rural.

Conforme a Lei nº. 4.947, de 6 de abril de 1966,

*[...]*

*Art. 22 - A partir de 1º de janeiro de 1967, somente mediante apresentação do Certificado de Cadastro, expedido pelo IBRA e previsto na Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, poderá o proprietário de qualquer imóvel rural pleitear as facilidades proporcionadas pelos órgãos federais de administração centralizada ou descentralizada, ou por empresas de economia mista de que a União possua a maioria das ações, e, bem assim, obter inscrição, aprovação e registro de projetos de colonização particular, no IBRA ou no Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (INDA), ou aprovação de projetos de loteamento.*

*§ 1º - Sem apresentação do Certificado de Cadastro, não poderão os proprietários, a partir da data a que se refere este artigo, sob pena de nulidade, desmembrar, arrendar, hipotecar, vender ou prometer em venda imóveis rurais.*

Em 9 de julho de 1970, o Decreto nº 1.110 criou o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), cuja competência é a implantação e manutenção dos cadastros de imóveis rurais, de proprietários e detentores de imóveis rurais, de arrendatários e parceiros rurais e cadastro de terras públicas (ESTEIO, 2004).

Com a criação do INCRA tornou-se necessário reestruturar o sistema cadastral do país e em 1972 a Lei nº. 5.868, cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), com objetivos de promover a integração e sistematização da coleta, pesquisa e tratamento de dados e informações sobre o uso e posse da terra. (SALGADO, 2000).

No dia 28 de agosto de 2001 o Presidente da República assinou a lei 10.267, mais conhecida como Lei de criação do “Sistema Público de Registro de Terras”, cujo objetivo principal é acabar com a grilagem e a terra de ninguém, a qual obriga o georreferenciamento dos imóveis rurais a pontos do Sistema Geodésico Brasileiro com precisão posicional mínima de 50 cm (ESTEIO, 2004).

A maneira mais geral de especificar um cadastro como “territorial” é usar o atributo “técnico”, o que cria uma referência com os métodos de levantamento e coleta dos dados cadastrados, métodos estes que são as técnicas geodésicas (topografia, agrimensura, sensoriamento...). Os dados técnicos dos imóveis são: sua referência geométrica em relação a uma rede geodésica, área em metro quadrado, dimensões, etc. Os dados coletados através de declarações dos proprietários, não constitui um cadastro técnico (ESTEIO, 2004).

Cadastro técnico é um conjunto de informações gráficas, descritivas e tabulares de uma porção da superfície terrestre, contendo as propriedades imobiliárias corretamente georreferenciadas, possibilitando o conhecimento detalhado sobre todos os aspectos levantados (LIMA, CORDINI, LOCH, 2000).

O cadastro técnico se constitui no registro sistemático e ordenado dos elementos físicos, jurídicos e econômicos das propriedades imobiliárias, é o instrumento de controle da Prefeitura. Para tanto, ele precisa acompanhar permanentemente as mudanças no panorama municipal (VIEIRA, OLIVEIRA e SILVA, 2002).

O cadastro técnico ao nível rural aplica-se nas localidades onde são desenvolvidas atividades rurais, ou são caracterizadas como tal, neste caso, as propriedades imobiliárias são definidas de acordo com o tipo de exploração (LIMA, CORDINI, LOCH, 2000).

De maneira genérica é possível expor que os temas que se ligam a sustentabilidade do cadastro técnico são: manutenção, disponibilidade e aprimoramento. Os dois primeiros possuem uma forte relação de dependências, pois só se justifica investir em manutenção, se os dados forem efetivamente utilizados por um maior número de usuários possíveis e com as mais variadas finalidades. E, por sua vez, a manutenção só será incentivada se houver interesse por dados atualizados. O aprimoramento, como a própria palavra explica, irá buscar ferramentas que facilitem e qualifiquem os temas anteriores (SILVA, 2002).

O cadastro técnico multifinalitário deve ser entendido como o inventário ou censo da propriedade urbana ou rural, que permite ter, para cada finalidade, a descrição física, sua localização em um mapa, a situação e o valor econômico. A descrição física implica na existência de mapas adequados, na realização de estudos de solos e no inventário detalhado de cada uma das características do imóvel, tais como: caminhos, aguadas, cultivos permanentes e temporários, infra-estrutura e instalações devidamente acompanhadas do respectivo valor econômico, que permita formar verdadeiros bancos de dados que são indispensáveis ao planejamento e desenvolvimento harmônico do país (PARRA, 1984).

O sucesso da implantação do cadastro técnico multifinalitário está diretamente relacionado à sua aceitabilidade pela sociedade. Neste sentido, é de vital importância que se demonstrem inicialmente os benefícios que se pode advir do mesmo para os cidadãos, seja por proporcionar um melhor atendimento as suas necessidades ou por possibilitar as tomadas de decisões mais seguras no que concerne a

investimentos em obras públicas ou na definição de diretrizes legais. Em seguida, e em caráter permanente, que este sistema de informações integrado não permita sua manipulação indevida, isto é, que contrarie os interesses da instituição, e por consequência, da sociedade (SILVA, 2002).

O Cadastro técnico permite a justa tributação da terra, tendo em vista a identificação das dimensões da propriedade assim como o grau de produtividade das terras, aplicando desta forma taxações punitivas às propriedades improdutivas (KELM; LOCH, 1998).

O levantamento cadastral para cobrança justa de impostos visa um levantamento detalhado das informações existentes nos imóveis (GONCHO, 2000).

O cadastro fiscal fornece a informação básica para a tributação da propriedade. As informações contidas no cadastro fiscal devem dar suporte às avaliações do bem imóvel e conseqüente cobrança. As descrições dos imóveis, preços de venda ou renda são as informações mais importantes do cadastro fiscal (LASSEN 1989, apud ZANCAN, 1996).

O cadastro fiscal tem que ser baseado no equilíbrio entre os benefícios e custos. O tipo de informação incluída no cadastro deve ser aquela que melhor influencie o valor da propriedade, ao mesmo tempo, não deve ser muito cara para obtenção e atualização (LASSEN 1989, apud ZANCAN, 1996).

Vários recursos viabilizam agilidade, compensação e confiabilidade aos levantamentos cadastrais. Dentre eles estão: levantamento fotográfico compreendendo fotografias de todas as benfeitorias e das divisas do imóvel; levantamento das divisas com GPS – *Global Positioning System* -, facilitando tanto os trabalhos em campo como em escritório, na compilação das informações; utilização de aerofotogrametria e sua interpretação, através de ampliações fotográficas, agilizando a identificação das divisas e benfeitorias, principalmente nas regiões com diferentes vegetações (GONCHO, 2000).

A atualidade dos dados é o cerne do cadastro técnico, pois dele emanam todo o seu valor e eficiência, exigindo uma comunicação de informações bem organizadas (BAER, 1989, apud ZANCAN, 1996).

Os procedimentos de manutenção do cadastro, distribuição dos dados e atendimento a partir do sistema cadastral irá requerer equipamentos que possibilitem a manipulação ágil dos dados em todas as funções a começar pela atualização dos dados descritivos e gráficos, consultas, relatórios, dentre outras. A estrutura de informática, assim como o pessoal, precisam estar ajustados aos novos produtos e procedimentos que irão demandar (SILVA, 2002).

A cartografia digital, ortofotos e fotografias aéreas são elementos indispensáveis para a gestão territorial e irão compor o cadastro técnico. O tratamento destas informações requer dedicação exclusiva e certo grau de especialização dos responsáveis por esta tarefa. Assim, torna-se necessário criar uma divisão vinculada ao setor de cadastro, que se preocupe com a manipulação, atualização e distribuição de dados espaciais, a qual poderá ser denominada de divisão de cartografia e geoprocessamento. Esta, obviamente deverá cuidar-se em manter-se atualizada e incorporar novas tecnologias para o setor (SILVA, 2002).

Segundo Silva (2002), os benefícios de um cadastro técnico multifinalitário são: qualificar a tributação; ampliar a arrecadação; estabelecer mecanismos de fiscalização fazendária e de obras mais eficientes; qualificar e agilizar o atendimento ao munícipe; estabelecer mecanismos de atualização cadastral mais eficaz; fornecer materiais preciosos e detalhados para o planejamento do município; ampliar o controle do uso e ocupação do solo; estabelecer mecanismos de disponibilização de dados a usuários externos; agilizar e ampliar a disponibilização dos dados gráficos e descritivos do cadastro aos diversos setores da administração municipal; subsidiar com mais eficácia a tomada de decisões; apoiar projetos que qualifiquem a gestão urbana e serviços prestados ao cidadão; criação de uma competência técnica, social e administrativa na forma de funcionários altamente qualificados, motivados e éticos.

O cadastro técnico rural é o conjunto de informações relativas a cada imóvel rural, podem ser representadas em forma de mapas, informações do uso dado às terras; condições de ocupação; outras informações de natureza social e econômica.

A atualização cadastral se prova e se mostra necessária devido ao fato que a terra é um capital que produz renda. É soberano afirmar que, sem um cadastro técnico multifinalitário moderno e atualizado, não existe tributação municipal coesa e

que, sendo esta afirmação positiva prova que a ligação existente entre cadastro e PVG é bilateral e sem desligamento (SCHUMACHER, LOCH, 1997).

## **2.6 Planta de Valores Genéricos (PVG)**

O processo de avaliação de imóveis para elaboração da PVG exige a compreensão das características básicas da população de imóveis da cidade, de modo que o modelo adotado permita a avaliação de todos os imóveis, salvo exceções, pois ao final deve-se obter o valor individual de cada imóvel (AVERBECK, 2003).

A organização de PVG reais de mercado pode beneficiar as municipalidades de diversas formas favorecendo: a justiça tributária; os processos de desapropriações; a normalização do mercado imobiliário; formação de critério para a cobrança de contribuição de melhoria (VIEIRA et al., 2002).

Além do aspecto tributário, deve-se ressaltar que a PVG também é um instrumento para o planejamento municipal, na medida em que reflete os índices de valorização imobiliária e propicia, portanto, a ação regularizadora do governo municipal quanto ao uso e ocupação do solo (BNDES, 2004).

A execução de PVG, voltada aos municípios, redefine critérios e fornece, através de amplo trabalho de pesquisa de campo, valores que traduzem a realidade local (RUI, 2004)

De acordo com Esteio (2004), as fases da elaboração de uma PVG são: análise da base cadastral; definição da planta de referencia cadastral; coleta de dados; definições de variáveis; cálculos e análises.

O município tem a necessidade de conhecer o valor individual dos imóveis para definição da política tributária, para cobrança dos tributos e para auxiliar nos objetivos extra fiscais (AVERBECK, 2003).

## 2.7 Engenharia de avaliações

Engenharia de avaliações é uma especialidade da engenharia que reúne um conjunto amplo de conhecimentos nas áreas de engenharia e arquitetura, bem como em outras áreas das ciências sociais, com o objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução (DANTAS, 1998).

Conforme Dantas (1998), a engenharia de avaliações serve para subsidiar tomada de decisões a respeito de valores, custos e alternativas de investimentos, envolvendo bens de qualquer natureza, além de seus frutos e direitos.

Atualmente, um grande número de empresas concessionárias de serviços públicos, órgãos federais, estaduais e municipais, empresas imobiliárias e industriais, bancos e outras entidades financeiras mantêm departamentos de engenharia de avaliações para atender às suas necessidades (MOREIRA, 2001).

Abunahman (1999) relata que uma avaliação profissional é uma opinião sustentável. Ela ultrapassa qualquer sentimento pessoal do avaliador. Reflete a tendência do mercado e a conclusão do valor de mercado, derivada da análise apropriada de dados em conformidade com as normas da prática profissional.

As avaliações devem ser realizadas com base em normas técnicas da ABNT, NBR 14653 a qual trata de Avaliação de Bens e subdivide-se em:

NBR 14653-1 : Procedimentos gerais (2001);

NBR 14653-2: Imóveis urbanos (2004);

NBR 14653-3: Imóveis rurais (2004);

NBR 14653-4: Empreendimentos (2002);

NBR 14653-5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais (em estudo);

NBR 14653-6: Recursos naturais e ambientais (em estudo);

NBR 14653-7 : Patrimônios históricos (em estudo).



### **2.7.1 Metodologia básica aplicável**

De acordo com a ABNT, NBR 14653-1:2001, a metodologia aplicável é função da natureza do bem avaliando, da finalidade da avaliação e da disponibilidade, qualidade e quantidade de informações colhidas no mercado. O profissional deve ater-se ao estabelecido nas normas da ABNT NBR 14653, objetivando retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que suportem racionalmente o convencimento do valor.

Segundo a ABNT, NBR 14653-3:2004, sobre a metodologia básica aplicável na avaliação de imóveis rurais, os métodos utilizados são: 1)método comparativo de dados de mercado; 2)método da capitalização da renda; 3)método involutivo; 4)método evolutivo; 5)método comparativo direto de custo; 6)método da quantificação e de custo.

1. O método comparativo de dados de mercado pode ser realizado com o uso de inferência estatística com modelos de regressão linear ou tratamento por fatores (ABNT NBR 14653-1:2001).

Ao utilizar o método comparativo de dados de mercado é necessário identificar a propriedade a avaliar com todos os atributos que lhe conferem valor, como classificação das terras, acessibilidade entre outros. Após deve-se fazer uma pesquisa no mercado imobiliário procurando propriedades semelhantes. A avaliação é feita comparando-se a propriedade sob avaliação com os dados obtidos da pesquisa por meio de análise estatística dos dados (MOREIRA, 2001).

2. Para o método da capitalização da renda, o valor do imóvel é representado pelo valor atual dos benefícios futuros que lhe resultam do direito de propriedade. O valor da propriedade depende de sua capacidade de produzir renda (MOREIRA, 2001).

3. O método involutivo compreende a vistoria, o projeto hipotético, a pesquisa de valores, a previsão de receitas, o levantamento do custo de produção do projeto

hipotético, a previsão de despesas adicionais, a margem de lucro do incorporador, os prazos e as taxas (ABNT NBR 14653-1:2001).

4. No método evolutivo a identificação de cada componente do valor do imóvel deve abranger as terras, as construções e instalações, os produtos vegetais, as florestas nativas, as terras avaliadas em conjunto com benfeitorias, os equipamentos e máquinas agrícolas, as obras e trabalhos de melhoria das terras, as desapropriações, frutos e direitos e as servidões rurais (ABNT NBR 14653-1:2001).

5. Para o método comparativo direto de custo o profissional deve considerar uma amostra composta por benfeitorias de projetos semelhantes, a partir da qual são elaborados modelos seguindo os procedimentos usuais do método comparativo direto de dados de mercado (ABNT NBR 14653-1:2001).

6. O método da quantificação e custo identifica o custo de reedição das benfeitorias (ABNT NBR 14653-1:2001).

#### **2.7.1.1 Inferência estatística**

A inferência estatística trata de generalizações sobre a população feita a partir de dados fornecidos pela amostra (ZANCAN, 1996).

O objetivo da inferência estatística é ajuizar sobre parâmetros populacionais na base da estatística amostral: estimação dos parâmetros e testes de hipóteses sobre eles. A estimação é feita com auxílio de um estimador, ou seja, de uma fórmula que descreve o modo de calcularmos o valor de determinado parâmetro populacional (ZANCAN, 1996).

O processo pelo qual se fará o estudo das múltiplas variáveis que explicam o valor é a técnica da análise de regressão. O suporte dessa metodologia está na estatística. Os modelos desenvolvidos devem quantificar científica e probabilisticamente o valor dos imóveis e as oscilações erráticas (DANTAS, 1998).

### 2.7.1.1.1 Análise de regressão

A análise de regressão é uma técnica estatística que caracteriza a relação entre duas variáveis tomando uma dada variável que se quer prever (variável dependente) e observando a sua variação em função de uma ou mais variáveis (variáveis independentes) com as quais se quer explicar o comportamento da primeira (MOTTA; WAGNER, 2003).

Na análise de regressão linear simples, a relação entre as variáveis dependente e independente é expressa por uma função matemática onde a variável dependente  $Y$  é uma função da variável independente  $x$ , (MOTTA; WAGNER, 2003).

O problema consiste em ajustar uma reta que melhor exprima a relação existente entre as duas variáveis. Simbolicamente, a relação é expressa por uma equação de regressão linear e graficamente por um diagrama de dispersão.

Na prática avaliatória, dificilmente têm o engenheiro avaliador oportunidade de realizar uma avaliação com utilização de regressões simples. Isto porque diversas são as variáveis que exercem influência na formação do valor do imóvel. Deve-se buscar identificar essas variáveis e utilizá-las em uma regressão múltipla (MOREIRA FILHO et al., 1993).

A regressão que mede a relação entre duas variáveis torna-se uma regressão múltipla quando ela é estendida para incluir mais do que uma variável independente ( $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots$ ) na tentativa de explicar a variável dependente  $Y$ .

A utilização da regressão múltipla permite ao engenheiro de avaliações considera praticamente todas as variáveis importantes na formação do valor. Isto permite a determinação do valor mais representativo para a avaliação, com maior aproximação e maior confiabilidade (DANTAS, 1998).

Segundo Hochheim (2005), na prática, trabalha-se com um subconjunto extraído da população. A partir de uma amostra composta de  $n$  elementos é feita uma estimativa dos parâmetros da população:

$$Y_i = a + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} + e_i \quad i = 1, \dots, n \quad (2.1)$$

Onde:

$Y_i$  = variável dependente ou explicada

$X_{ij}$  = variáveis independentes, explicativas ou covariáveis  $j = 1, \dots, k$

$a, b_j$  = parâmetros estimados

$e_i$  = resíduos do modelo

A componente do resíduo não precisa ser evidenciada, ficando subentendida. O valor médio de mercado do bem avaliando fica sendo então:

$$Y_{est} = a + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} \quad i = 1, \dots, n \quad (2.2)$$

Segundo Triola (1999) apud Lima (2005), a equação de regressão representa a reta que melhor se ajusta aos dados. O critério para determinar essa reta, baseia-se na distância vertical entre os pontos que representam os dados originais e a reta de regressão, tais distâncias chamam-se resíduos.

Resíduos são definidos como: dado um par de dados amostrais (X,Y), um resíduo é a diferença entre um valor amostral observado Y e o valor  $\hat{Y}$  predito com base na equação de regressão (TRIOLA, 1999, apud LIMA 2005).

O processo é efetuado identificando-se a curva matemática que melhor se ajusta aos dados disponíveis, ou seja, aquela que erra menos quando usada para descrever os achados segundo os dados disponíveis. Isso é realizado através do Método dos Mínimos Quadrados (MOTTA; WAGNER, 2003).

A linha reta de regressão fica determinada conhecendo-se o valor de a (intercepto vertical) e o valor de b (coeficiente angular). O problema consiste em determinar os valores de a e b de modo que a reta se ajuste bem a um conjunto de pontos. A estimação de tais parâmetros é efetuada pelo Método de Mínimos Quadrados.

Calculam-se os valores a e b tais que a soma dos quadrados dos desvios dos pontos observados y e a própria reta seja um mínimo. A distância vertical entre o ponto e a reta é chamada erro ou resíduo da reta em relação ao ponto.

Seja  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots$  uma série de valores da variável  $X$  considerada independente. Para cada valor  $x_i$  são medidos um ou mais valores da variável dependente  $Y$ . Assim, de forma genérica, esses valores são designados por  $y_{ij}$

Na Figura 2.1, a reta é suposta ser a regressão linear entre as grandezas  $Y$  e  $X$  conforme medições hipotéticas dadas pelas marcas vermelhas.

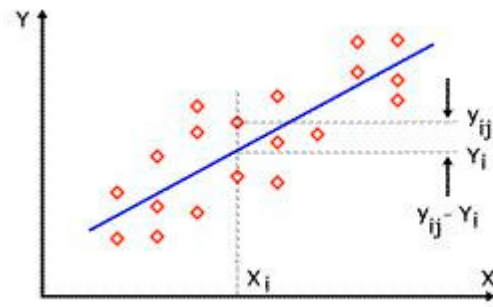


Figura 2.1 - Diagrama de dispersão com reta de regressão e resíduos

#### 2.7.1.1.2 Coeficiente de correlação linear: $r$

O coeficiente de correlação  $r$ , introduzido por Karl Pearson, calculado a partir de uma amostra de  $n$  pares de observações de  $X$  e de  $Y$ , mede a quantidade de dispersão em torno da equação linear ajustada através do método dos mínimos quadrados, ou o grau de relação das variáveis, na amostra (FONSECA, MARTINS, TOLEDO, 1985).

O coeficiente de correlação, representado pelo símbolo  $r$  varia entre  $+1$  e  $-1$  (MOREIRA FILHO et al, 1993).

O coeficiente de correlação nulo, representado por  $(r = 0)$ , indica que não há nenhum relacionamento linear entre as variáveis, enquanto que o coeficiente de correlação igual a unidade ( $-1$  ou  $+1$ ) define um relacionamento linear perfeito entre elas (MOREIRA FILHO et al, 1993).

Correlação positiva indica que as variáveis variam no mesmo sentido, ou seja, o aumento da variável independente  $X$  provoca aumento na dependente  $Y$  e quando a variável  $X$  diminui, o  $Y$  também diminui.

Correlação negativa indica que as variáveis se relacionam, mas caminham em sentidos opostos.

Segundo Moreira Filho (1993), o grau de relacionamento entre as variáveis, pode ser assim interpretado:

$r = 0$	————→	relação nula
$0 < r \leq 0,30$	————→	relação fraca
$0,30 < r \leq 0,60$	————→	relação média
$0,60 < r \leq 0,90$	————→	relação forte
$0,90 < r \leq 0,99$	————→	relação fortíssima
$r = 1$	————→	relação perfeita

O mesmo ocorre quando o sinal de  $r$  for negativo.

O coeficiente de correlação  $r$  dá uma idéia de como as variáveis guardam relação entre si.

#### **2.7.1.1.3 Coeficiente de determinação $r^2$**

Coeficiente de determinação é um indicador da qualidade do ajustamento da reta de regressão.

É representado simbolicamente por  $r^2$  e é definido pelo quociente da variação explicada pela variação total.

O coeficiente de determinação varia de zero a 1. Ele terá valor próximo de 1 quando a dispersão em torno da reta de regressão for pequena em relação à variação dos valores de  $Y$  em torno da média, significando que a variação explicada responde por grande porcentagem da variação total (HOCHHEIM, 2005).

Assim, o valor de  $r^2$  indica qual é a porcentagem da variação no valor de  $Y$  em relação à média que está sendo explicada pela equação de regressão. Seu complemento ( $1 - r^2$ ), indica quantos por cento da variação de  $Y$  em relação à média, não é explicada pela variável  $X$ , sendo atribuídos a outras variáveis não incluídas na equação e perturbações aleatórias (HOCHHEIM, 2005).

#### 2.7.1.1.4 Análise da variância

A análise da variância é uma forma de testar a hipótese de não existência de regressão. Para isto, é utilizado do quadro de análise de variância e compara-se o valor de  $F_{obs}$  com o valor de F extraído da tabela de Fischer-Snedecor.

Se para a significância estabelecida, considerando os graus de liberdade do numerador e denominador,  $F_{obs} > F_{tab}$ , rejeita-se a hipótese de não haver regressão em favor da hipótese alternativa de que existe regressão.

#### 2.7.1.1.5 Teste de significância

Segundo Zancan (1996), na equação de regressão impõe-se que o parâmetro b seja diferente de zero, devendo estar assegurado em testes específicos dentro dos limites de confiança estabelecidos em norma. No caso do parâmetro  $b=0$ , o valor estimado será dado pelo valor do intercepto, isto significa que a variável conhecida não é importante na formação do valor, ou seja, não existe regressão.

Com a aplicação deste teste, testa-se se a hipótese nula  $H_0 : b_i = 0$  é incorreta, e se a hipótese alternativa  $H_1 : b_i \neq 0$  pode ser aceita para o nível de significância estabelecido. Se a hipótese nula for rejeitada, a variável correspondente é importante para o modelo.

A significância individual dos parâmetros das variáveis do modelo deve ser submetida ao teste t de Student, o nível de significância máximo para rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal) não poderá ser superior a 10% para enquadramento no Grau III de fundamentação e no nível máximo de 30% para enquadramento nos Graus I e II de fundamentação (NBR 14653-3:2004).

### **2.7.1.1.6 Pressupostos básicos**

Ressalta-se a necessidade, quando se usam modelos de regressão, de observar alguns pressupostos básicos, principalmente no que concerne à sua especificação, linearidade, normalidade, homocedasticidade, não-multicolinearidade, independência e inexistência de pontos atípicos, com o objetivo de obter avaliações não tendenciosas, eficientes e consistentes (ABNT NBR 14653-3:2004):

A não-tendenciosidade indica que a média de todas as possíveis médias de amostras extraídas do mercado coincide com o verdadeiro valor de mercado; a eficiência está associada à dispersão destas possíveis médias estimadas em torno da verdadeira média, sendo que na comparação entre diversos estimadores não-tendenciosos, o eficiente será aquele que apresentar a menor variância; a propriedade da consistência indica que na medida em que a amostra cresce, a sua média se aproxima do verdadeiro valor de mercado (DANTAS, 2002).

O método mais simples para estimação dos parâmetros do modelo é o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, que consiste em minimizar a soma dos quadrados das distâncias, medidas na vertical, entre os preços observados no mercado e os ajustados pelo modelo adotado. Consideram-se que as variáveis independentes são representadas por números reais que não contêm nenhuma perturbação aleatória e não existe nenhuma relação linear exata entre as mesmas; os erros aleatórios satisfazem aos pressupostos básicos do modelo, isto é: variância constante, não autocorrelação e normalidade; e que o modelo esteja corretamente especificado, ou seja, na sua composição estejam incluídas apenas variáveis explicativas relevantes e a escala das variáveis envolvidas sejam adequadamente escolhidas, com o objetivo de garantir a linearidade do modelo. Uma vez atendidos estes pressupostos pode-se garantir que os parâmetros inferidos no mercado, pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, possuem propriedades ótimas, isto é, são não-tendenciosos, eficientes e consistentes (DANTAS, 2002).

Um modelo de regressão linear tem os seguintes pressupostos (ABNT NBR 14653-3:2004):



- a) para evitar micronumerosidade, o número mínimo de dados efetivamente utilizados ( $n$ ) no modelo deve obedecer aos seguintes critérios, com respeito ao número de variáveis independentes ( $k$ ):

$$n \geq 3(k + 1) ;$$

$n_i \geq 5$  , até duas variáveis dicotômicas ou três códigos alocados para a mesma característica;

$n_i \geq 3$  , para três ou mais variáveis dicotômicas ou quatro ou mais códigos alocados para a mesma característica;

Onde  $n_i$  é o número de dados da mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas ou de códigos alocados, ou número de valores observados distintos para cada uma das variáveis quantitativas;

- b) os erros são variáveis aleatórias com variância constante, ou seja, homocedásticos;
- c) os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal;
- d) os erros são não-autocorrelacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade;
- e) não devem existir erros de especificação no modelo, isto é: todas as variáveis importantes devem estar incorporadas, inclusive as decorrentes de interação e nenhuma variável irrelevante deve estar presente;
- f) em caso de correlação linear elevada entre quaisquer subconjuntos de variáveis independentes, isto é, a multicolinearidade, deve-se examinar a coerência das características do imóvel avaliando com a estrutura de multicolinearidade inferida, vedada a utilização do modelo em caso de incoerência;
- g) não deve existir nenhuma correlação entre o erro aleatório e as variáveis independentes do modelo;
- h) possíveis pontos influenciadores, ou aglomerados deles, devem ser investigados e sua retirada fica condicionada à apresentação de justificativas.

### 2.7.1.1.7 Verificação dos pressupostos do modelo

#### 2.7.1.1.7.1 Linearidade

Deve ser analisado, primeiramente, o comportamento gráfico da variável dependente em relação a cada variável independente, em escala original. Isto pode orientar o avaliador na transformação a adotar (ABNT NBR 14653-3:2004).

As transformações utilizadas para linearizar o modelo devem, tanto quanto possível, refletir o comportamento do mercado, com preferência pelas transformações mais simples de variáveis, que resultem em modelo satisfatório (ABNT NBR 14653-3:2004).

Após as transformações realizadas, se houver, examina-se a linearidade do modelo, pela construção de gráficos de valores observados para a variável dependente versus cada variável independente, com as respectivas transformações (ABNT NBR 14653-3:2004).

#### 2.7.1.1.7.2 Normalidade dos resíduos

A normalidade dos resíduos pode ser verificada, comparando-se as freqüências acumuladas dos resíduos padronizados observados na amostra com as porcentagens esperadas para uma distribuição normal (HOCHHEIM, 2005).

Caso a distribuição dos resíduos padronizados seja semelhante aos valores notáveis apresentados na Tabela 2.2, pode-se concluir pela normalidade dos resíduos (HOCHHEIM, 2005).

**Tabela 2.2- Valores notáveis da distribuição normal padronizada**

<b>Intervalo</b>	<b>Distribuição normal padronizada (%)</b>
$-1 \leq z \leq +1$	68% de probabilidade
$-1,64 \leq z \leq +1,64$	90% de probabilidade
$-1,96 \leq z \leq +1,96$	95% de probabilidade

Outra forma de verificar a normalidade do modelo é pelos testes de aderência não-paramétricos, por exemplo, o qui-quadrado, o de Kolmogorov-Smirnov ajustado por Stephens e o de Jarque-Bera (ABNT NBR 14653-3:2004).

#### **2.7.1.1.7.3 Homocedasticidade**

A verificação da homocedasticidade ocorre quando a variância dos erros é constante.

Nos modelos heterocedásticos, os estimadores de mínimos quadrados continuam sendo não-tendenciosos e consistentes, mas não são os de menor variância, ou seja, não são eficientes. Assim, as estimativas das variâncias dos estimadores dos parâmetros são tendenciosas, sendo as inferências sobre elas e sobre os parâmetros, incorretas (DANTAS, 1998).

#### **2.7.1.1.7.4 Multicolinearidade**

A relação exata entre duas variáveis é chamada colinearidade, quando uma variável está relacionada com mais de uma covariável, tem-se multicolinearidade (HOCHHEIM 2005).

A identificação de multicolinearidade pode ser feita analisando-se os respectivos coeficientes de correlação linear entre as variáveis independentes através da expressão (HOCHHEIM, 2005):

$$r_{jl} = \frac{\sum (X_j - X_{medj})(X_l - X_{medl})}{\sqrt{\sum (X_j - X_{medj} - X_{medl})^2}} \quad (2.3)$$

onde  $r_{jl}$  = coeficiente de correlação linear entre  $X_j$  e  $X_l$

Definir as hipótese:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Se  $t_{calc} > t_{\frac{\alpha}{2}}$  ou  $t_{calc} < -t_{\frac{\alpha}{2}}$ , rejeita-se  $H_0$ , concluindo que há correlação entre as variáveis.

Se  $-t_{\frac{\alpha}{2}} \leq t_{calc} \leq t_{\frac{\alpha}{2}}$ , não se pode rejeitar  $H_0$ , concluindo que não há correlação entre as variáveis.

Se o teste indicar a rejeição da hipótese nula  $\rho = 0$ , podemos concluir que existe correlação entre as variáveis, ao nível de significância admitido (KARMEL; POLASEK, 1972):

Uma forte dependência linear entre duas ou mais variáveis independentes provoca degenerações no modelo e limita a sua utilização. As variâncias das estimativas dos parâmetros podem ser muito grandes e acarretar a aceitação da hipótese nula e a eliminação de variáveis fundamentais (ABNT NBR 14653-3:2004).

Nos casos em que o imóvel avaliando segue os padrões estruturais do modelo, a existência de multicolinearidade pode ser negligenciada, desde que adotada a estimativa pontual (ABNT NBR 14653-3:2004).

#### 2.7.1.1.7.5 Pontos influenciantes ou Outliers

Uma última verificação que deve ser feita para análise de regressão é a da existência de pontos atípicos, aberrantes em relação aos demais, chamados de *outliers*, cuja presença também traz perturbação à regressão (MOREIRA FILHO, 1993).

A presença de *outliers* pode ser causada por algum erro de medida na coleta da amostra ou, ainda, pela consideração de algum elemento da amostra inteiramente destoante dos demais (MOREIRA FILHO, 1993).

Um ponto extremo pode afetar a regressão, mascarando os resultados. Não necessariamente estes pontos são más observações e devem ser examinadas cuidadosamente para verificar-se a razão da disparidade. Não é indicada a remoção automática, pois o dado pode ser útil para explicar combinações não usuais de circunstâncias. A remoção deve ser feita se for encontrado um erro de medição ou de especificação, ou outra causa identificável (PERUZZO TRIVELLONI, 1998).

Segundo Moreira Filho (1993), a constatação de existência ou não de outliers é feita, praticamente, através de um gráfico dos valores dos erros padronizados  $\frac{e_i}{s}$ , versus  $\hat{Y}$  como mostrado na Figura 2.2.

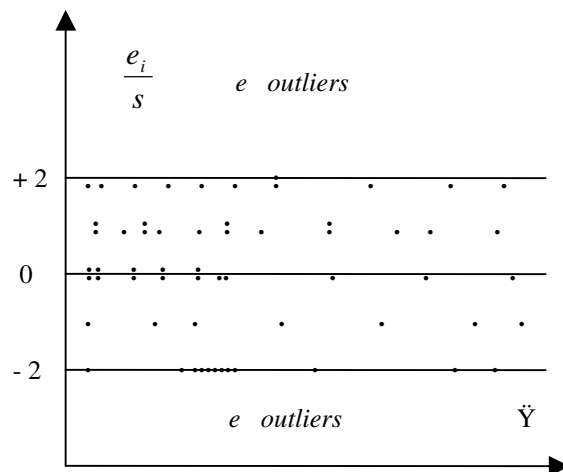


Figura 2.2 - Gráfico dos valores dos erros padronizados

A desigualdade  $\frac{e_i}{s} > \pm 2$  pode indicar a existência de *outliers* no modelo de regressão utilizado.

### 2.7.2 Superfície de tendência (Trend Surface Analysis - TSA)

Quando se trata de dados distribuídos espacialmente, como é o caso dos dados imobiliários, pode surgir erros de medida em relação a localização exata dos imóveis, assim como efeitos de interação, difusão e *spillovers* espaciais. Estas

razões causam um fator adicional que deve ser levado em consideração no modelo de regressão tradicionalmente usado e na engenharia de avaliações: a autocorrelação espacial ou dependência espacial (DANTAS; MAGALHÃES; ROCHA, 2002).

Autocorrelação espacial é a dependência espacial dos valores com suas localizações. A proximidade entre duas localizações vai ser o instrumento gerador da autocorrelação espacial dos valores. A proximidade provoca a transmissividade entre localizações próximas. Espera-se portanto, que localizações próximas tenham valores similares (CHICA OLMO, 1994).

A localização tem sido reconhecida por muito tempo como um fator relevante para explicar valores de terra rurais. Este fator tornou-se cada vez mais importante por causa da expansão de áreas urbanas e aumento na demanda da terra rural (VANDEVEER, 2001).

Conforme Kletke; Williams (1992) apud Vandever (2001), a localização tem influência tão significativa quanto todos os outros fatores para explicar a variação dos valores de terra rurais.

As principais dificuldades na determinação de planta de valores inferenciais estão relacionadas à consideração dos efeitos de vizinhança e localização (MICHAEL, 2004).

Dubin (1988), apud Vandever, (2001), comenta que ao utilizar a variável localização, utilizando procedimentos estatísticos tradicionais, podem resultar em modelos com características indesejáveis, com a presença de autocorrelação espacial.

Anselin y Bera (1998), apud Dantas (2002) definem a autocorrelação espacial como a coincidência de valores similares em lugares similares.

Segundo Vasiliev (1996) apud Dantas (2002), autocorrelação espacial é definida como uma medida das influências que alguns vizinhos têm sobre outros num espaço geográfico.

Pace et al (1998), apud Vandever, (2001), afirma que dados reais de mercado e estatística espacial complementam-se, e empregar estimadores espaciais traz benefícios reduzindo a dependência dos dados.

Quando existir dados com a presença de autocorrelação espacial, é necessário utilizar procedimentos econométricos especiais, pois a utilização de procedimentos econométricos padrão pode resultar em estimativas que não são eficientes (VANDEVEER, 2001).

A autocorrelação espacial pode originar-se a partir de um erro de medição que surge do fato de que os dados para as variáveis de interesses são divididos em unidades artificiais como bairros, regiões ou cidades, que freqüentemente não coincidem com a dimensão espacial real do fenômeno em consideração. Nesse caso é possível que ocorram efeitos de extrapolação que provocarão erros em unidades espaciais, provavelmente correlacionadas a erros de imóveis vizinhos. Por outro lado, a dependência espacial pode apresentar-se como sendo o resultado de uma verdadeira interação espacial entre os preços de imóveis vizinhos. A implicação é que o método dos mínimos quadrados ordinários é ineficiente para o primeiro caso e tendencioso e inconsistente para o segundo (DANTAS, 2002).

Conforme Michael (2004), a forma mais utilizada para estimar a localização é incluir a variável distância ao pólo de valorização central da cidade (*Central Business District* - CBD), como variável explicativa da regressão. Esse procedimento leva implícito a hipótese de que a cidade é monocêntrica, ou seja, que existe somente um centro de valorização principal. Na maioria das vezes, esse modelo gera coeficientes não significativos ou incoerentes.

O que ocorre é que geralmente as cidades são policêntricas e não monocêntricas, gerando dificuldades em se considerar a variável CBD como variável explicativa (RICHARDSON, 1981).

Para obter avaliações seguras é necessário provar as hipóteses básicas do modelo para garantir que os parâmetros estimados sejam eficientes, consistentes e não tendenciosos. Entre diversas hipóteses, se encontram as seguintes: os erros aleatórios não são autocorrelacionados e todas as variáveis independentes importantes devem estar presentes no modelo (DANTAS; MAGALHÃES; ROCHA, 2002).

Análise de superfície de tendência é uma técnica alternativa que pode ser utilizada na busca de solução de problemas relacionados à autocorrelação espacial

considerando a variável localização de forma objetiva. Esta técnica consiste no ajustamento de equações que representam a variação espacial de valores através de superfícies matemáticas. Este método estatístico é pouco usado nos estudos sobre o mercado imobiliário, mas é uma opção interessante para o uso com regressão múltipla, principalmente pela simplicidade (MICHAEL, 2004).

O conceito de TSA pode ser facilmente explicado em termos de uma amostra de dados observados ao acaso em torno de uma grade regular espacial. A locação de cada ponto pode ser definida por um único par de coordenadas  $(x, y)$  a partir de uma origem comum. Assumindo que a variável de interesse,  $Z$ , é medida para cada ponto no espaço, a amostra consiste de três coordenadas  $(x, y, z)$  que podem ser analisadas (SCHOROEDER e SJOQUIST, 1976, apud MICHAEL, 2004).

As superfícies de tendência são interpoladores determinísticos globais. A superfície é aproximada por um ajuste polinomial aos dados, através de um processo de regressão múltipla entre os valores do atributo e as localizações geográficas. Essa função polinomial é então utilizada para estimar os valores dos pontos em todas as localizações de uma grade regular que aproxima a superfície (CAMARGO, FUCKS; CÂMARA, 2001).

A TSA é uma simples modificação do modelo de regressão múltipla, com as variáveis independentes  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$  substituídas por combinações de coordenadas. Para adicionar sucessivos termos usa-se a descrição linear, quadrática, cúbica, quártica e superfícies de outras ordens (NORCLIFFE, 1969).

As superfícies de tendência buscam modelar a variação espacial em larga escala através de uma regressão múltipla entre os valores de atributo e as localizações geográficas. A saída é uma função polinomial na qual o valor do atributo é expresso em função das coordenadas da superfície, expressas em duas ou três dimensões (CAMARGO, FUCKS; CÂMARA, 2001).

O resultado é uma função de uma ou mais variáveis, representando as coordenadas dos dados. Cada par  $(x, y)$  identifica a localização de um ponto, no sistema de coordenadas, geralmente cartesiano (HEMBD; INFANGER, 1981, apud GONZÁLEZ, 1995).



Conforme Landim e Corsi (2001), as equações polinomiais de superfície de tendência são:

Superfície de primeira ordem:

$$Z = a + bX + cY \quad (2.4)$$

Superfície de segunda ordem:

$$Z = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 \quad (2.5)$$

Superfície de terceira ordem:

$$Z = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + gX^3 + hX^2Y + iXY^2 + jY^3 \quad (2.6)$$

Superfície de quarta ordem:

$$Z = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + gX^3 + hX^2Y + iXY^2 + jY^3 + kX^4 + lX^3Y + mX^2Y^2 + nXY^3 + oY^4 \quad (2.7)$$

Onde:

$Z$  = valor estimado de  $Z_i$  para o nó da célula (variável dependente)

$X$  e  $Y$  = coordenadas  $X_i$  e  $Y_i$  (variáveis independentes)

a...o = coeficientes que proporcionam o melhor ajuste aos dados amostrados.

A grande vantagem das superfícies de tendência é a sua simplicidade e facilidade de cálculo. No entanto, a suposição implícita do modelo, em negligenciar a variabilidade local, não é realista para a maior parte dos dados naturais. Adicionalmente, os parâmetros estimados são muito sensíveis a valores extremos (*outliers*). Apesar destes problemas, as superfícies de tendência são úteis para remover efeitos de primeira ordem, quando a média varia de forma consistente no espaço. Outros usos importantes são: a análise dos resíduos de estimação; tais resíduos também são bastante informativos, pois mostram a existência de sub-regiões que apresentam diferenças significativas na tendência geral (CAMARGO, FUCKS; CÂMARA, 2001).

A estimação dos planos de isolinhas de valor da localização permite observar sua distribuição sobre o plano, assinalando zonas com maiores e menores valores e analisar o gradiente da variabilidade do valor de localização. Uma alta concentração de curvas em uma zona é indicativa de um gradiente alto, que traduzido ao estudo da elasticidade do valor da localização/distância, implica que se produzem grandes variações no valor da localização para pequenas variações da distância. Ao contrário, em zonas com baixa densidade de curvas o comportamento do valor da localização é menos sensível a variações da distância, estas zonas devem coincidir com aquelas que, em conjuntos, tem menores e piores características localizativas, como acessibilidade, variáveis ambientais, estrutura de comércio, entre outras que possam influenciar no valor da localização (CHICA OLMO e CANO GUERVÓS, s.d.).

Conforme Schroeder e Sjoquist (1976), o uso de programas computacionais para gerar contornos é de grande valia ao realizar investigações sobre a distribuição de variável de interesse num dado espaço. Estes autores afirmam que o uso de uma equação de primeiro grau apresenta as tendências globais da variável de interesse. A segunda ordem do polinômio de tendência pode ser de grande interesse na fase inicial do estudo desde que gere pontos de valorização representados por gradientes circulares centrais à partir dos quais os valores crescem ou decrescem. A terceira e as subseqüentes ordens apresentam pólos de valorização ou desvalorização trazendo informações da variável em estudo dentro da área de interesse.

As principais vantagens da superfície de tendência são: uma única superfície é gerada; fácil definição de parâmetros; a mesma superfície é gerada mesmo com mudança na orientação da grade; contempla tanto as tendências regionais quanto anomalias locais; estima valores acima e abaixo dos amostrados (LANDIM e CORSI, 2001).

## **CAPÍTULO III**

---

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

A definição das estratégias para a elaboração deste trabalho baseou-se primeiramente na coleta de dados junto ao mercado imobiliário do Município de Chapecó, bem como nos classificados de jornais e outras fontes de informações disponíveis, com o objetivo de levantar dados sobre imóveis ofertados e também os já negociados para compor a amostra.

A vistoria dos imóveis foi realizada no mês de janeiro de 2005 e objetivou o levantamento de informações das características de cada propriedade, como área do imóvel, localização, classificação das terras, nível de manejo tecnológico, distância ao perímetro urbano, acessibilidade, coordenadas UTM e benfeitorias para fins de avaliação da terra nua, de forma metódica e transparente, fundamentada nas normas da ABNT.

As propriedades foram georreferenciadas com um GPS de navegação e em seguida vetorizadas no mapa digital do município.

A etapa inicial de análise dos dados foi realizada através da técnica de regressão múltipla para determinação do primeiro modelo de equação de regressão. As variáveis independentes testadas foram: a área, distância ao perímetro urbano, classificação das terras e acessibilidade, acrescentando-se uma a uma à variável dependente, R\$/ha, na forma direta, exponencial, inversa e logarítmica, de forma a encontrar o melhor ajuste dos dados.

O valor em R\$/ha foi obtido deduzindo-se o valor das benfeitorias de cada imóvel do seu valor total, para assim chegar ao VTN, e após dividindo-se esse valor pela área total do imóvel, em ha.

Como variável área do imóvel foi considerada a área total, em ha.

Para a variável distância ao perímetro urbano, foi considerada a metragem desde o perímetro urbano até a entrada principal da propriedade.

Para a variável de classe das terras, primeiramente foram testada 8 classes, conforme a recomendação do Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra – III aproximação (MARQUES, 1971). Na classificação do solo, de acordo com a respectiva capacidade de uso, deve-se utilizar a chamada “Escala de Norton”, que estabelece oito classes:

1) Terras cultiváveis:

Classe I: Terras cultiváveis aparentemente sem problemas especiais de conservação.

Classe II: Terras cultiváveis com problemas simples de conservação.

Classe III: Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação.

Classe IV: Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada com sérios problemas de conservação.

2) Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou reflorestamento:

Classe V: Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou reflorestamento, sem necessidades de práticas especiais de conservação.

Classe VI: Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para reflorestamento, com problemas simples de conservação.

Classe VII: Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas e adaptadas em geral para pastagens e reflorestamento, com problemas complexos de conservação.

3) Terras impróprias para vegetação e próprias para proteção da fauna silvestre, recreação ou para fins de armazenamento de água:

Classe VIII: Terras impróprias para cultura, pastagens ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo da fauna silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

Após inúmeras tentativas de encontrar um bom modelo com base nestas classes de solos e não obtendo bons resultados, optou-se por testar a classificação do Instituto de Economia Agrícola (s.d.), apud Lima (2005), que considera 5 classes:

1. Terras de cultura de primeira onde se enquadram aquelas potencialmente aptas para culturas anuais, perenes e outros usos, que suportam um manejo intensivo de práticas culturais e de preparo do solo, são terras de produtividade média a alta, mecanizáveis, planas ou ligeiramente declivosas e os solos são profundos e bem drenados;
2. As terras de cultura de segunda são aquelas que apesar de serem aptas para culturas anuais, apresentam limitações bem mais sérias que as terras de cultura de primeira. Podem apresentar problemas para mecanização, devido a declividade acentuada, porém os solos são profundos, bem drenados, de boa fertilidade, podendo necessitar as vezes de algum corretivo.
3. Na categoria das terras de pastagem devem ser consideradas as terras impróprias para culturas, mas potencialmente aptas para pastagem e silvicultura. São terras de baixa fertilidade, planas ou acidentadas com exigências quanto às práticas de conservação e manejo de simples a moderadas, considerando o uso indicado.
4. As terras para reflorestamento são terras impróprias para culturas perenes e pastagens, mas potencialmente aptas para a silvicultura e vida silvestre, cuja topografia pode variar de plana a bastante acidentada e podem apresentar fertilidade muito baixa.
5. As terras de campo são aquelas com vegetação natural, primária ou não, com possibilidades restritas de uso para pastagem ou silvicultura, cujo melhor uso é para o abrigo da flora e da fauna.

Depois de diversas tentativas sem sucesso de encontrar um bom modelo com estas classes de terras, foi proposta a seguinte classificação:

1. Terras de primeira: Terras aptas para culturas anuais, perenes e outros usos. Mecanizadas ou mecanizáveis, suportam manejo intensivo de

práticas culturais e preparo do solo. Possuem produtividade média a alta. São planas ou ligeiramente declivosas e os solos são profundos e bem drenados.

2. Terras de segunda: apesar de serem aptas para culturas anuais, apresentam limitações quanto à mecanização, devido à declividade acentuada, sendo o cultivo realizado por tração animal. Porém os solos são profundos, bem drenados, de boa fertilidade.
3. Terras de terceira: impróprias para culturas anuais. São terras de baixa fertilidade, podendo ser pedregosas ou não, geralmente acidentadas, potencialmente aptas para reflorestamento, silvicultura e vida silvestre, podendo possuir vegetação natural, primária ou não. Nesta classe se enquadram também as áreas de preservação permanente e reserva legal.

A acessibilidade foi utilizada como variável dicotômica na forma de n-1, como recomenda a NBR 14653-3 (2004), para tanto foi proposta a seguinte classificação:

1. acessibilidade ótima: para imóveis que possuem acesso através de rodovia asfaltada;
2. acessibilidade boa: para os imóveis que possuem acesso por estrada de chão, com condições ótimas de conservação, trafegabilidade permanente;
3. acessibilidade ruim: para imóveis que tem acesso por estrada de chão, que não oferecem boas condições de trafegabilidade e com estado de conservação ruim.

Definida a equação de regressão que melhor se ajusta aos dados de mercado referente às variáveis acima citadas, buscou-se analisar as variáveis de localização através da TSA.

Esta técnica permite utilizar as coordenadas UTM's dos imóveis como variável de localização. Para isto, acrescentou-se cada ordem (linear, quadrática, cúbica, quártica) do polinômio da superfície de tendência por vez, encontrou-se assim uma equação de regressão para cada ordem.

Esta técnica considera explicitamente os efeitos espaciais e através dela pode-se calcular o valor da localização dos imóveis.

Segundo Chica Olmo e Cano Guervós (s.d.), de forma a diminuir a presença da multicolinearidade que poderá ocorrer devido à introdução de variáveis correlacionadas presentes nas diversas ordens de polinômio de superfície de tendência, a solução encontrada é a introdução destas variáveis medidas a partir de um ponto central na área de estudo.

Assim, as coordenadas utilizadas nos processamentos dos dados serão as coordenadas relativas dos imóveis, sendo que a variável X será a coordenada UTM real do imóvel subtraindo 337521, que é a coordenada central E e a variável Y será a coordenada UTM do imóvel subtraindo 6998447, coordenada central N.

Através da análise dos resultados dos testes de hipóteses e estatísticas complementares, verificou-se a validade do melhor modelo.

A equação de regressão permitiu estudar o comportamento e a influência das variáveis na formação dos valores dos imóveis.

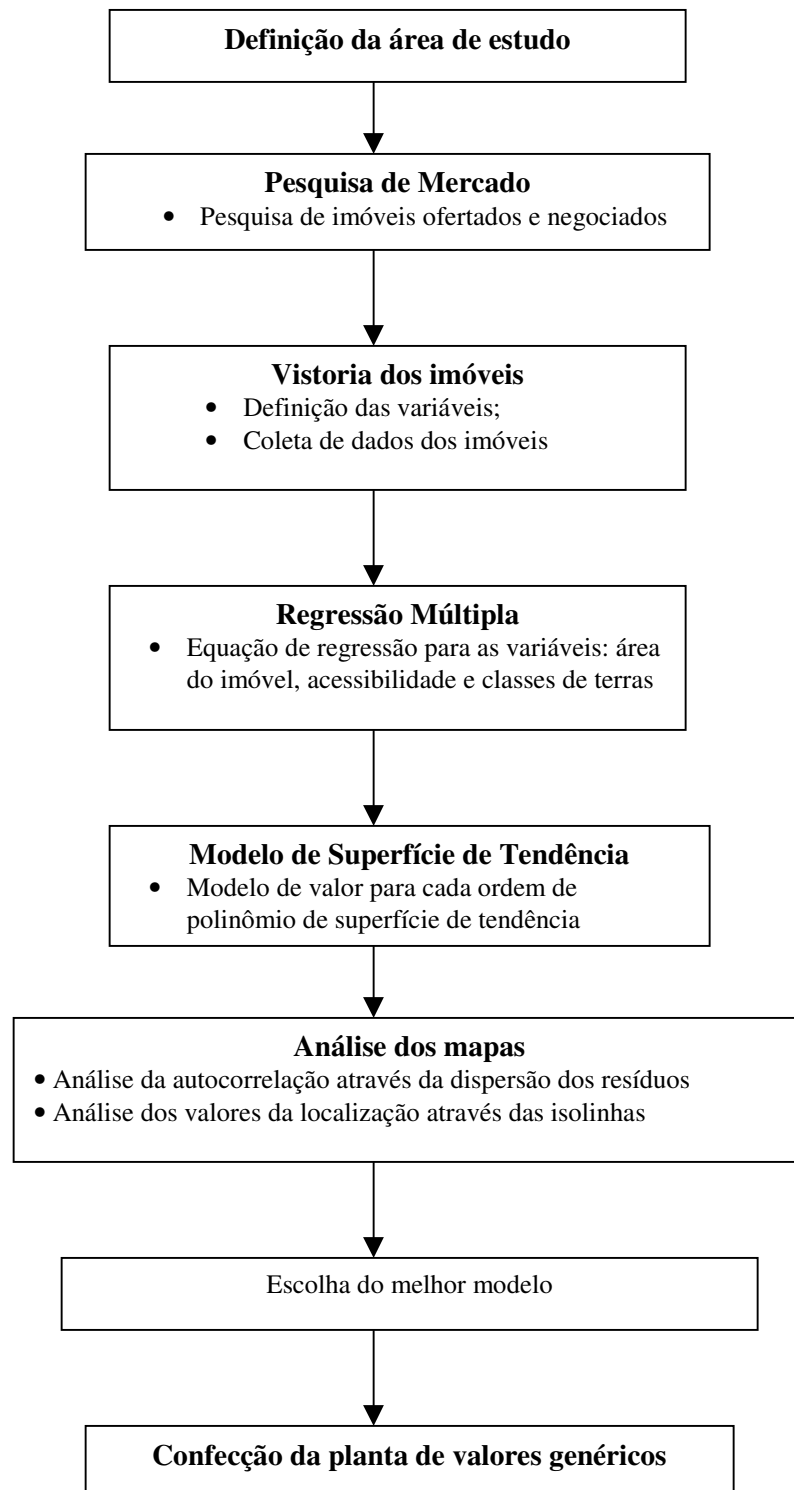
Em seguida foi realizada a montagem das figuras com a dispersão dos resíduos para verificar qual ordem reduz de forma mais significativa a autocorrelação espacial.

Para a confecção de todas as figuras utilizou-se as coordenadas relativas dos imóveis para representar as abscissas e ordenadas.

As figuras com as isolinhas contendo os valores da localização foram criados para identificar os pólos de valorização e/ou desvalorização e qual ordem apresenta resultados mais condizentes com a realidade verificada junto ao mercado imobiliário do Município.

Tendo sido encontrado a ordem do polinômio de superfície de tendência que apresentou melhores resultados, confeccionou-se a PVG.

As etapas desta pesquisa estão mostradas no fluxograma da Figura 3.1.



**Figura 3.1 – Fluxograma dos procedimentos da pesquisa**



## **CAPÍTULO IV**

---

### **4 ÁREA DE ESTUDO**

#### **4.1 Caracterização da área de estudo**

O Estado de Santa Catarina localiza-se no sul do Brasil, entre os paralelos 25º 57' 41" e 29º 23' e 55" de latitude Sul e entre os meridianos 48º 19' 37" e 53º 50' 00" de longitude oeste. A sua superfície é de 95.442,9 km², o que corresponde a 1,12% do território brasileiro e 16,57% da área da região sul. Ao norte, Santa Catarina faz divisa com o Estado do Paraná. Ao sul, limita-se com o Estado do Rio Grande do Sul, a Oeste com a República da Argentina e ao leste, com o Oceano Atlântico. Situa-se em localização privilegiada em relação aos principais mercados do Brasil e dos países do Mercosul. (ICEPA, 2004).

Atualmente, Santa Catarina possui 293 municípios agrupados em 21 Associações, que compõem a Federação dos Municípios de Santa Catarina (FECAM). Sua capital administrativa é Florianópolis.

A população é estimada em 5.866.668 de habitantes (IBGE, 2005), sendo que 30% da população se concentram em oito cidades: Joinville, Florianópolis, Blumenau, Criciúma, Lages, São José, Itajaí e Chapecó.

O município de Chapecó foi criado em 25 de agosto de 1917, através da Lei nº 1147, do governo estadual, por ocasião da sua emancipação. Chapecó possui uma área de 624,3 km² e uma população de 160 mil habitantes.

A Figura 4.1 localiza o Município de Chapecó no estado de Santa Catarina.



**Figura 4.1 - Estado de Santa Catarina**  
 Fonte: CIASC (2005)

Chapecó firmou-se como pólo econômico nacional de suinocultura e avicultura e é conhecida internacionalmente por sediar grandes empresas processadoras e exportadoras de suínos, aves e cereais industrializados, sendo conhecida como o grande pólo agroindustrial do Brasil e da América Latina. Distingue-se pelo seu dinamismo, sempre com novos empreendimentos nas mais variadas áreas, como ensino, agroindústrias, indústrias metal-mecânicas, transportes, bebidas, móveis, biotecnologia na industrialização da carne, softwares, confecções, comércios, serviços, entre outros. Possui também potencial hidroelétrico, e condições favoráveis para a produção agropecuária com base na agricultura familiar. Na produção vegetal destacam-se as culturas do milho, feijão, soja e fumo.

Verifica-se na região, o resgate de uma das principais características da agricultura familiar, a diversificação e a transformação de produtos agrícolas em alimentos e subprodutos, com destaque para a produção de derivados do leite, da carne, da cana-de-açúcar, além da panificação, da fabricação de doces de frutas, de vinhos e de licores. Outras atividades importantes no contexto da agricultura familiar

da região são: a piscicultura, a apicultura, a citricultura e outras frutíferas, como a uva, o pêssego, a ameixa, o caqui e o kiwi (EPAGRI, 2004).

Além da pujança econômica, o município tem grandes perspectivas em função da localização geográfica, ocupando posição central no Mercosul, ponto estratégico para os negócios transfronteiras do sul do país.

Segundo o Programa Nacional das Nações Unidas/ Organizações das Nações Unidas (PNUD/ONU), Chapecó ocupa o 43º lugar no Brasil quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano, o 19º quanto à educação e o 5º em frequência escolar.

A região onde se localiza o município de Chapecó apresenta topografia predominantemente acidentada, com solos de boa fertilidade, drenados por um grande número de sangas, riachos e rios que desaguam nas bacias dos rios Uruguai, Chapecó e das Antas (EPAGRI, 2004).

Quanto ao aspecto dos solos, predominam os solos basálticos (latossolos, cambissolos, argissolos e terras estruturadas), de média fertilidade, com acidez elevada e relevo que varia de suavemente ondulados, ondulados até alta declividade.

Apresenta temperatura média anual de 19,30°C - sendo janeiro o mês mais quente do ano, com temperatura média mensal de 24,80°C - e julho o mês mais frio, com temperatura média mensal de 14,80°C (EPAGRI, 2004).

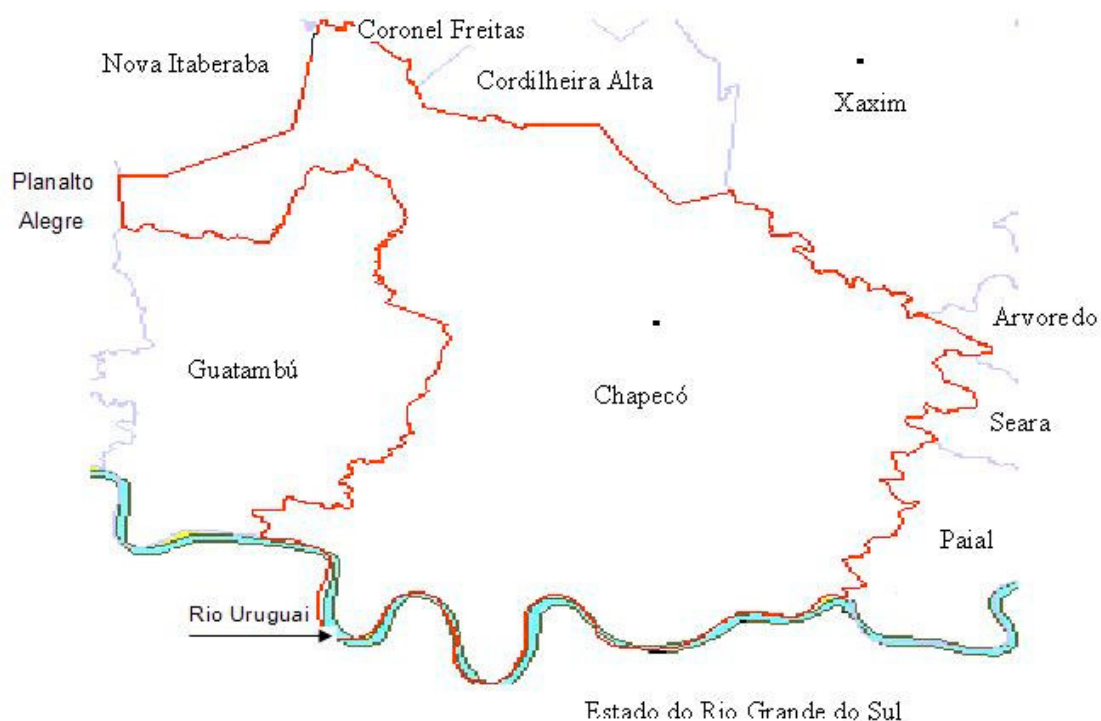
A precipitação pluviométrica média da região é de 2.022mm anuais, sendo outubro o mês com a maior média mensal, de 221,5mm, e março o mês mais seco, com média de 124,8mm. Analisando-se os dados pluviométricos dos últimos 35 anos, observa-se variações da precipitação máxima entre 2.962,6mm, em 1983, e mínima de 1.307,2mm, em 1978. (EPAGRI, 2004).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1995), a estrutura fundiária do município é bastante variada, num total de 1.837 estabelecimentos agrícolas. Possui 822 propriedades com menos de 10ha, 539 de 10 a 20ha, 263 de 20 a 50ha, 77 de 50 a 100ha, 32 de 100 a 500ha e 3 acima de 500ha.

Seus limites confrontam ao Norte com o município de Coronel Freitas e Cordilheira Alta, ao Sul com o Estado do Rio Grande do Sul, a Leste com os

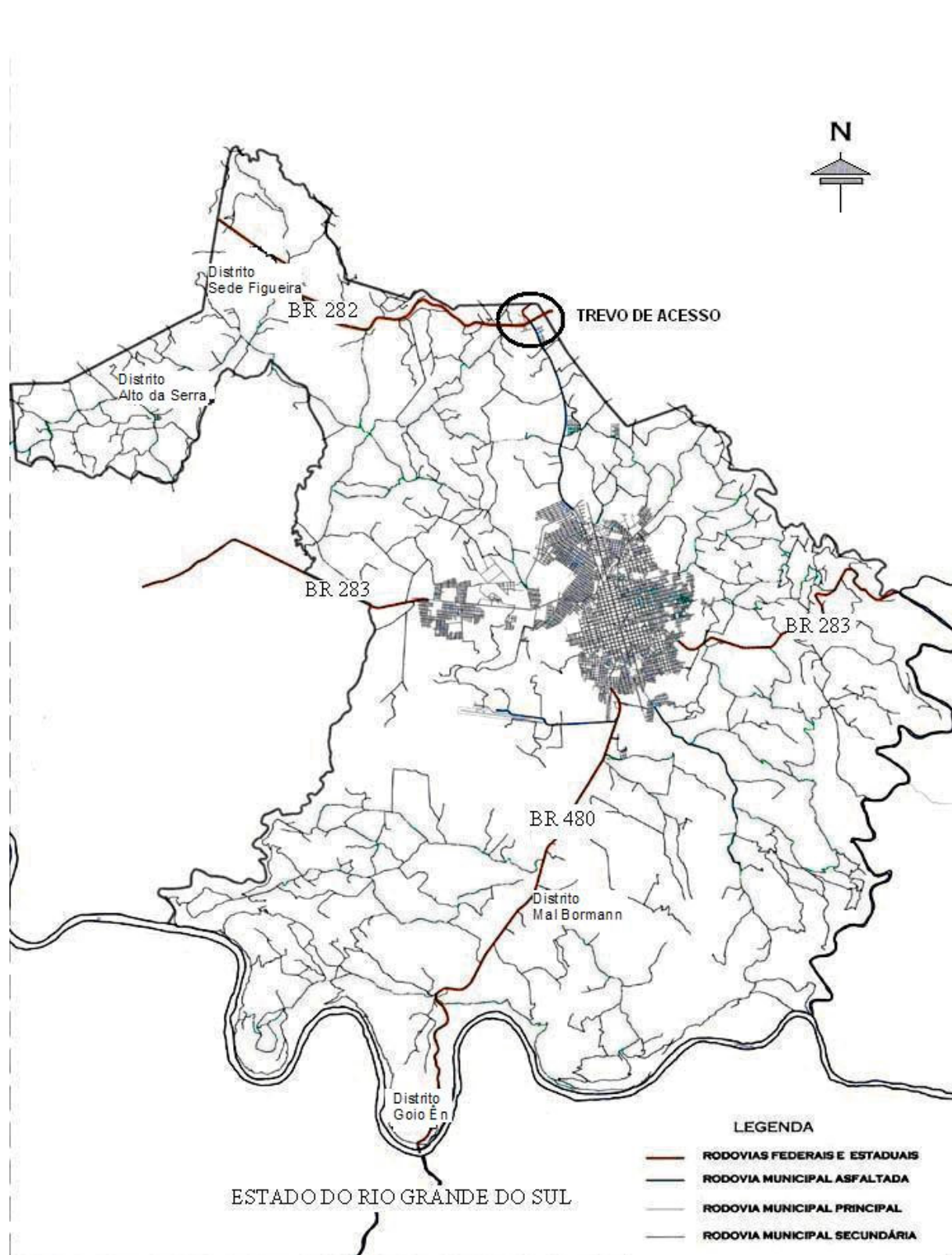
Municípios de Xaxim, Arvoredo, Seara e Paial e a Oeste com os Municípios de Guatambu, Planalto Alegre e Nova Itaberaba.

A Figura 4.2 representa o Município de Chapecó com suas divisas.



**Figura 4.2 - Município de Chapecó com suas divisas**  
Fonte: CIASC (2005)

A Figura 4.3 dá uma visão geral do Município de Chapecó com suas Rodovias e Distritos.



**Figura 4.3 - Figura representando o Município de Chapecó**  
 Fonte: Prefeitura Municipal de Chapecó (2004)

## 4.2 Composição da amostra

Amostra é um subconjunto da população que se pretende estudar. Os dados presentes na amostra fornecem informações sobre a população. Com base numa amostra pode-se estimar parâmetros da população.

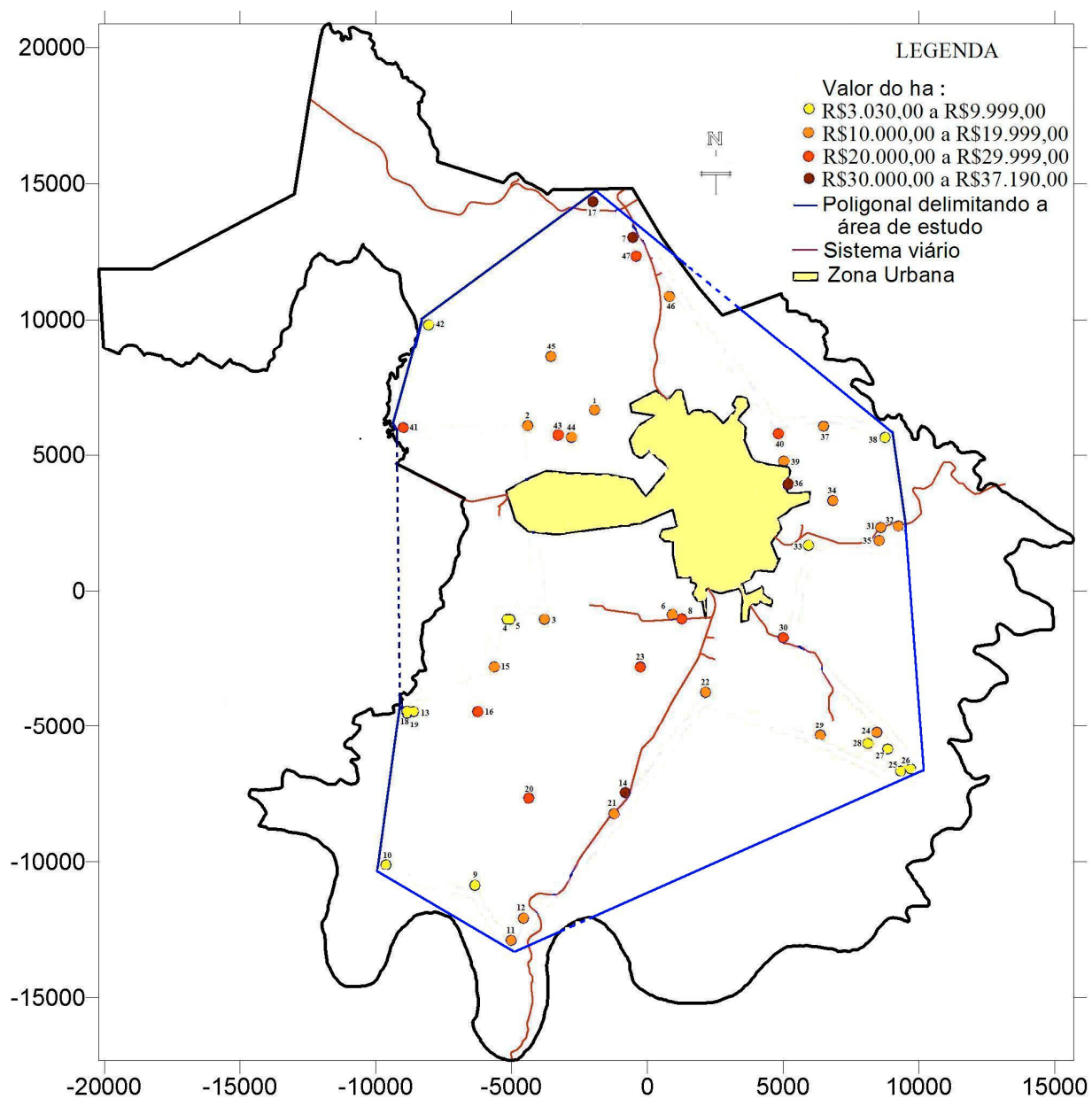
Quando se trabalha com o mercado imobiliário, qualquer que seja o segmento, terrenos urbanos, imóveis tipo apartamentos, imóveis tipo casas, etc., geralmente é impraticável a obtenção dos dados de toda a população. Isto ocorre devido ao grande número de elementos na população, custos elevados para obtenção dos dados ou o grande período de tempo que se faz necessário. Assim, é conveniente trabalhar com uma amostra (Dantas, 1998, p.69).

Quando se trata de dados de mercado, é muito difícil obter uma amostra homogênea e que seja representativa de toda a população, uma vez que trabalha-se com os dados disponíveis no momento da coleta e nem sempre existem ofertas em todas as regiões da área de estudo.

Para realizar este trabalho, procurou-se levantar dados para compor a amostra através de pesquisa nas imobiliárias do Município, sendo que em algumas houve completa cooperação e em algumas houve grande resistência em fornecer as informações. Foi percorrida a zona rural do município em busca de informações sobre imóveis à venda, tendo conseguido algumas amostragens desta forma.

O objetivo da coleta de dados era obter o máximo de informações possíveis e mesmo assim a amostra máxima que se conseguiu foi de 47 imóveis ofertados. Buscou-se levantar informação sobre imóveis já negociados e não se obteve nenhum dado desta forma. Também não foi possível obter uma amostra que representasse toda a zona rural do Município, a área coberta pela amostra cobre apenas parte da zona rural e é esta área o objeto de estudo.

A Figura 4.4 apresenta a distribuição geográfica dos imóveis em quatro escalas de valores, para melhor entendimento de como se comportam os valores dos imóveis de acordo com a região onde estão localizados. Mostra também a poligonal delimitando a área de estudo.



**Figura 4.4 - Figura do município de Chapecó indicando a localização dos imóveis que compõe a amostra e a distribuição de classe de valores do ha, em R\$**

**\*Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis**

## CAPÍTULO V

---

### 5. RESULTADOS E ANÁLISES

#### 5.1 Equações

Depois de testadas diversas equações de regressão e realizados os testes estatísticos necessários para a validação do modelo, chegou-se às seguintes equações de regressão:

**Modelo para a variável dependente do 1º modelo de equação de regressão:**

$$[R\$/ha] = 9775,2 - 646,70 \times [Área] + 16260 \times [Ac.ótima] + 6190,4 \times [Ac.boa] + 755,04 \times [Terras\ 1^a] + 699,52 \times [Terras\ 2^a] + 379,17 \times [Terras\ 3^a]$$

**Modelo para a variável dependente para a 1ª ordem do polinômio de superfície de tendência:**

$$[R\$/ha] = 9817,7 - 390,34 \times [Área] + 16732 \times [Ac.ótima] + 6712,5 \times [Ac.boa] + 460,38 \times [Terras\ 1^a] + 451,08 \times [Terras\ 2^a] + 93,534 \times [Terras\ 3^a] - 0,17325 \times [X]$$

**Modelo para a variável dependente para a 2ª ordem do polinômio de superfície de tendência:**

$$[R\$/ha] = 11812 - 375,07 \times [Área] + 15444 \times [Ac.ótima] + 6172,5 \times [Ac.boa] + 418,17 \times [Terras\ 1^a] + 422,51 \times [Terras\ 2^a] + 112,98 \times [Terras\ 3^a] - 0,20119 \times [X] - 3,4196 \times 10^{-5} \times [X^2] - 1,8930 \times 10^{-5} \times [XY]$$

**Modelo para a variável dependente para a 3ª ordem do polinômio de superfície de tendência:**

$$[R\$/ha] = 12617 + 587,25 \times [Área] + 14938 \times [Ac.ótima] + 6681,7 \times [Ac.boa] - 529,25 \times [Terras\ 1^a] - 544,89 \times [Terras\ 2^a] - 833,79 \times [Terras\ 3^a] + 0,20003 \times [X] -$$



$$0,3619 \times [Y] - 6,9235 \times 10^{-5} \times [X^2] - 4,2570 \times 10^{-9} \times [X^3] + 2,8997 \times 10^{-9} \times [Y^3]$$

**Modelo para a variável dependente para a 4ª ordem do polinômio de superfície de tendência:**

$$\begin{aligned} [R\$/ha] = & 13130 + 2896,4 \times [Área] + 13956 \times [Ac.ótima] + 3394,4 \times [Ac.boa] - \\ & 2787,4 \times [Terras\ 1^a] - 2857,4 \times [Terras\ 2^a] - 3141,9 \times [Terras\ 3^a] + 0,9316 \times [X] - \\ & 0,8242 \times [Y] + 1,0204 \times 10^{-4} \times [X^2] - 3,1259 \times 10^{-5} \times [Y^2] - 1,3132 \times 10^{-8} \times [X^3] + \\ & 1,1946 \times 10^{-8} \times [X^2Y] - 6,6267 \times 10^{-9} \times [XY^2] + 7,4293 \times 10^{-9} \times [Y^3] - 2,4550 \times 10^{-12} \times [X^4] - \\ & 3,7417 \times 10^{-13} \times [X^3Y] + 1,9106 \times 10^{-12} \times [X^2Y^2] \end{aligned}$$

**Onde,**

Variável dependente:

- R\$/ha: valor do hectare do imóvel, em R\$

Variáveis independentes:

- Área: área total do imóvel, em ha;
- Ac.ótima: variável dicotômica que indica acessibilidade ótima;
- Ac.boa: variável dicotômica que indica acessibilidade boa
- Terras 1ª: terras de primeira, em ha;
- Terras 2ª: terras de segunda, em ha;
- Terras 3ª: terras de terceira, em ha;
- X: coordenada relativa X do imóvel;
- Y: coordenada relativa Y do imóvel;
- XY: coordenada relativa X multiplicada pela coordenada relativa Y;
- X²: coordenada relativa X elevada ao quadrado;
- Y²: coordenada relativa Y elevada ao quadrado;
- X³: coordenada relativa X elevada ao cubo;
- X²Y: coordenada relativa X elevada ao quadrado multiplicada pela coordenada relativa Y
- XY²: coordenada relativa X multiplicada pela coordenada relativa Y elevada ao quadrado;
- Y³: coordenada relativa Y elevada ao cubo;
- X⁴: coordenada relativa X na quarta potência;
- X³Y: Coordenada relativa X elevada ao cubo, multiplicada pela coordenada relativa Y;
- X²Y²: coordenada relativa X elevada ao quadrado, multiplicada pela coordenada relativa Y elevada ao quadrado.

## 5.2 Contribuição das variáveis na formação do valor final do hectare das terras

As variáveis utilizadas na inferência estatística merecem destaque e, para cada tipo de problema devem ser classificadas, estudadas e aceitas através de testes estatísticos. Assim, por exemplo, para avaliar um imóvel rural diversas são as variáveis que podem ser utilizadas, como área, localização, classificação das terras, distâncias a pólos de valorização ou de desvalorização, entre outras.

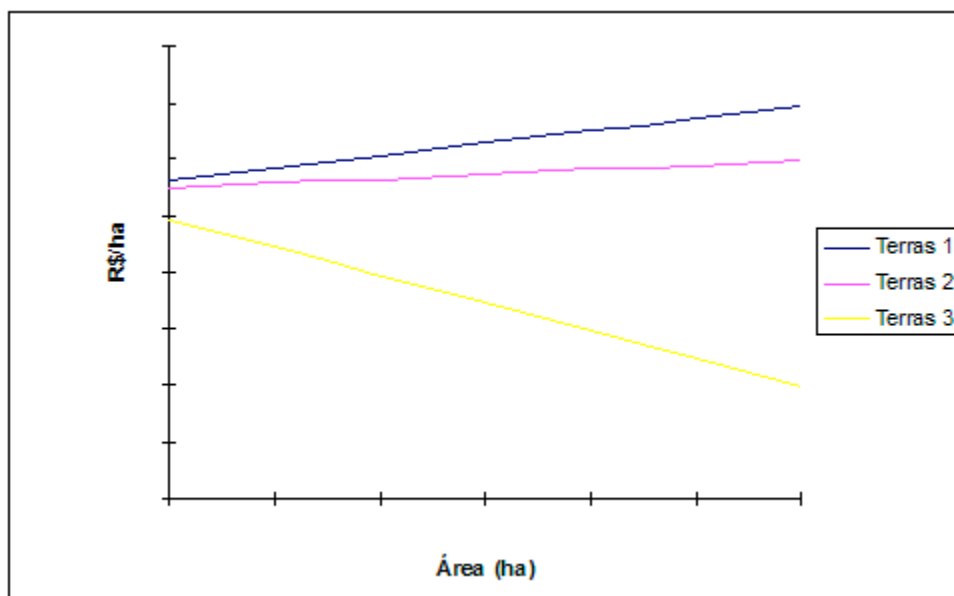
Um grande desafio ao realizar uma inferência estatística é determinar uma equação coerente, sempre deve-se observar se os coeficientes seguem a ordem natural, por exemplo, o coeficiente que indica acessibilidade ótima deve ser maior do que o coeficiente que indica acessibilidade boa, caso o sinal deles seja positivo.

Para a determinação da primeira equação de regressão buscou-se utilizar as variáveis que contemplem todas as características relevantes da amostra, conforme estão descritas no Capítulo 3.

A variável distância ao perímetro urbano, não apresentou bons resultados quanto à significância dos regressores, portanto achou-se por bem desconsiderá-la do modelo, uma vez que distância à cidade está implícita nas variáveis de localização.

A coerência das equações foram analisadas com bastante cuidado, porém, para grande surpresa, a equação da segunda ordem de polinômio de superfície de tendência mostrou-se incoerente. Esta mostra que terras de cultura de segunda valem mais do que as terras de cultura de primeira, o que não é verdade. O uso de regressores incoerentes torna o modelo inválido, portanto a equação de segunda ordem de superfície de tendência foi abandonada nesta fase, de maneira a evitar resultados incoerentes.

O tratamento estatístico dos dados permitiu observar o comportamento da variável dependente em relação às variáveis independentes. Os gráficos a seguir mostram a influência da acessibilidade e das classes das terras na formação do valor final do imóvel.

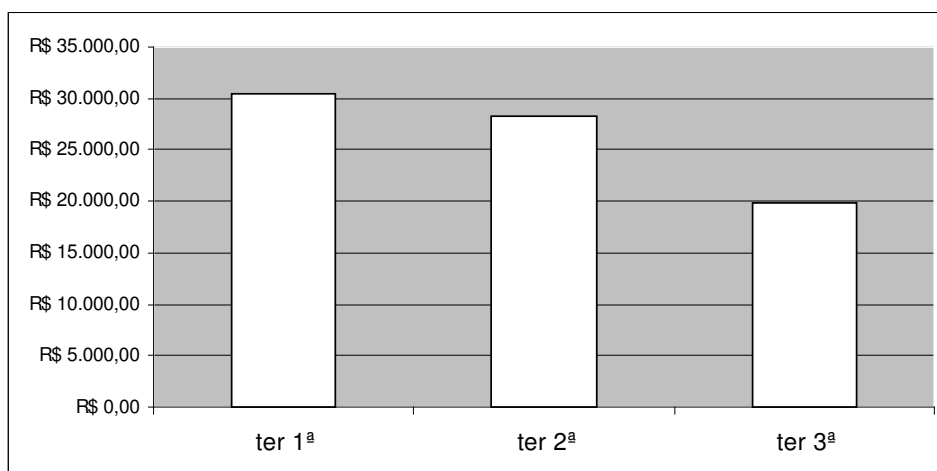


**Figura 5.1 - Gráfico da influência das classes de terras na formação do valor dos imóveis**

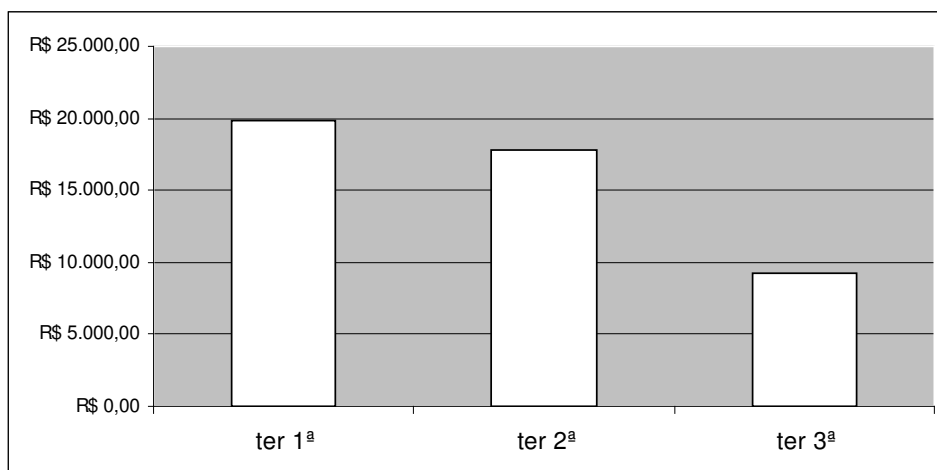
Os coeficientes dos modelos de equação de regressão mostram que terras de cultura de primeira elevam o valor do imóvel e que quanto maior a área com esta classe de terras o imóvel possuir, maior será o valor do ha, como mostra a Figura 5.1. Portanto, interessa que o imóvel possua grande área com terras de cultura de primeira para que seja mais valorizado junto ao mercado imobiliário.

As terras de segunda também elevam o valor final do imóvel, porém, numa proporção menor do que a das terras de cultura de primeira.

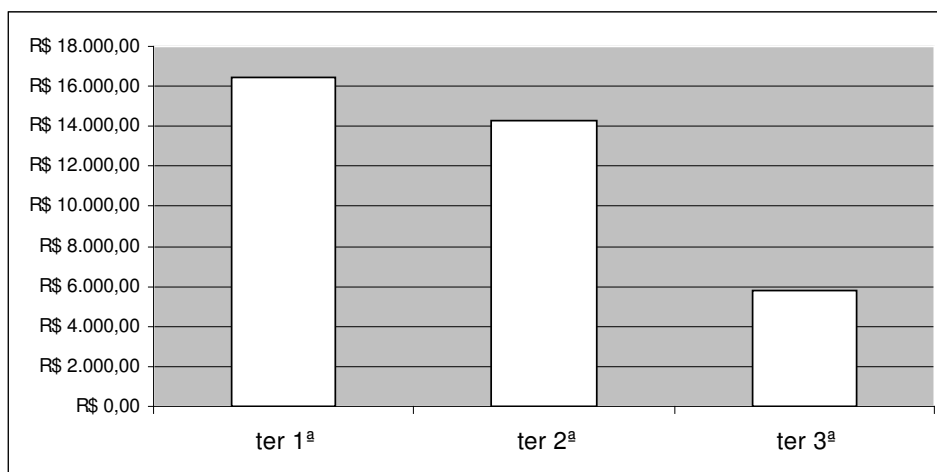
As terras de cultura de terceira diminuem o valor do imóvel, ou seja, quanto maior a área com esta classe de terras, menor será o valor do ha. Portanto, interessa sempre que o imóvel possua pouca área com terras de cultura de terceira para que seja mais valorizado.



**Figura 5.2 - Gráfico da influência da acessibilidade ótima x classificação das terras na formação do valor dos imóveis**



**Figura 5.3 - Gráfico da influência da acessibilidade boa x classificação das terras na formação do valor dos imóveis**



**Figura 5.4 - Gráfico da influência da acessibilidade ruim x classificação das terras na formação do valor dos imóveis**

Com base nas Figuras 5.2, 5.3 e 5.4, observa-se que o valor do ha das terras de cultura de terceira para imóveis que possuem acessibilidade ótima fica em torno de R\$20.000,00, em média o mesmo valor do ha para terras de cultura de primeira para aqueles que possuem acessibilidade boa. Já para a acessibilidade ruim, mesmo o imóvel possuindo somente terras de cultura de primeira, o valor máximo do ha não ultrapassa a casa dos R\$16.000,00.

Quando combinadas acessibilidade ótima com terras de cultura de primeira, o valor do ha fica na casa dos R\$30.000,00, praticamente 53% maior do que o valor do ha dos imóveis que possuem acessibilidade ruim combinada com terras de cultura de primeira.

A partir destes gráficos, pode-se concluir que a variável acessibilidade se sobrepõe à influência da classificação das terras na formação do valor do há, na região estudada.

### 5.3 Estatísticas Básicas

#### 5.3.1 Análise da média e desvio padrão dos modelos

**Tabela 5.1 - Quadro comparativo das estatísticas básicas dos modelos**

<b>Modelos de regressão</b>	<b>Desvio padrão em R\$/ha</b>
1º modelo de equação de regressão	5.396,04
1ª ordem do polinômio de superfície de tendência	5.349,16
3ª ordem do polinômio de superfície de tendência	5.118,02
4ª ordem do polinômio de superfície de tendência	4.735,83

Os valores numéricos que descrevem as estatísticas básicas da amostra são a média e o desvio padrão.

O valor de R\$15.716,00 é o valor representativo médio dos dados presentes na amostra.

O desvio padrão mostra a medida da dispersão em relação à média, sendo desejável que a dispersão seja sempre a menor possível. Na tabela 5.1 pode-se

observar os valores dos desvios padrões para os modelos e mostra que o comportamento dos dados em torno da média tende a possuir melhor ajuste à medida que o grau do polinômio de superfície de tendência aumenta.

O modelo que apresenta a melhor dispersão dos dados em torno da média é o de 4ª ordem de polinômio de superfície de tendência, com valor de R\$4.735,83.

### 5.3.2 Análise dos Desvios Padrões dos Resíduos

**Tabela 5.2 - Quadro comparativo do desvio padrão dos resíduos**

<b>Modelos de regressão</b>	<b>Desvio padrão em R\$/ha</b>
1º modelo de equação de regressão	4.978,01
1ª ordem do polinômio de superfície de tendência	4.872,69
3ª ordem do polinômio de superfície de tendência	4.416,59
4ª ordem do polinômio de superfície de tendência	3.720,03

Na tabela 5.2 pode-se observar que o desvio padrão dos resíduos apresenta melhora significativa com a inclusão das variáveis de localização e com o aumento da ordem de polinômio de superfície de tendência, sendo que o modelo que apresenta o melhor resultado é o de 4ª ordem, com valor de R\$3.720,03.

### 5.4 Correlação e Coeficientes de Determinação dos Modelos

**Tabela 5.3 - Quadro comparativo das correlações dos modelos**

<b>Modelos de regressão</b>	<b>r</b>	<b>t calc</b>	<b>t tab *</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>r<sup>2</sup> ajustado</b>
1º modelo	0,8479	10,12	1,684	0,7190	0,6768
1ª ordem	0,8548	10,29	1,685	0,7308	0,6824
3ª ordem	0,8825	11,10	1,690	0,7788	0,7093
4ª ordem	0,9182	12,48	1,699	0,8431	0,7511

\* Valor do t tabelado (t crítico) para o nível de significância de 10%

Na tabela 5.3 pode-se observar um aumento gradativo no valor do coeficiente de determinação a partir do aumento da ordem de superfície de tendência.

O melhor resultado é apresentado pela 4ª ordem, onde 84,31% da variação do

valor em relação à média é explicados pela equação de regressão, restando 15,69% atribuído a erros ocasionais.

Da mesma forma, a 4ª ordem apresenta também o melhor resultado para o coeficiente de correlação, o índice de 91,82% indica uma correlação fortíssima entre a variável dependente e as independentes presentes no modelo.

### 5.5 Significância dos Regressores (bicaudal)

A NBR 14653-3 (2004) exige como condição para enquadramento do modelo no Grau III de fundamentação que o nível de significância máximo de cada regressor (teste bicaudal), para rejeição da hipótese nula  $H_0 : b_i = 0$  em favor da hipótese alternativa  $H_1 : b_i \neq 0$ , seja no máximo de 10%.

A seguir são apresentadas as tabelas contendo a significância dos regressores para cada modelo de equação de regressão

**Tabela 5.4 - Significância dos regressores (bicaudal) para o 1º modelo de equação de regressão**

Variável	Coeficiente	t Calculado	Significância
Área	b1	-25,96	$1,6 \times 10^{-17}\%$
Ac.ótima	b2	9,448	$9,7 \times 10^{-10}\%$
Ac.boa	b3	3,889	0,04%
Terras 1ª	b4	8,919	$4,7 \times 10^{-9}\%$
Terras 2ª	b5	15,94	$5,4 \times 10^{-17}\%$
Terras 3ª	b6	6,662	$5,6 \times 10^{-6}\%$

Na tabela 5.4 verifica-se que o nível de significância dos regressores para o 1º modelo de equação de regressão é inferior a 0,04%.

Tabela 5.5 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 1ª ordem de superfície de tendência

Variável	Coeficiente	t Calculado	Significância
Área	b1	-15,81	$1,5 \times 10^{-16}\%$
Ac.ótima	b2	9,807	$4,4 \times 10^{-10}\%$
Ac.boa	b3	4,254	$1,3 \times 10^{-2}\%$
Terras 1ª	b4	5,486	$2,7 \times 10^{-4}\%$
Terras 2ª	b5	10,37	$9,1 \times 10^{-11}\%$
Terras 3ª	b6	1,658	11%
X	b7	-1,450	16%

Na tabela 5.5 pode-se verificar que todos os regressores da 1ª ordem de polinômio de superfície de tendência são importantes na formação do valor, com nível de significância inferior a 16%.

Tabela 5.6 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 3ª ordem de superfície de tendência

Variável	Coeficiente	T Calculado	Significância
Área	b1	24,86	0%
Ac.ótima	b2	9,151	$8,2 \times 10^{-9}\%$
Ac.boa	b3	4,425	$9,0 \times 10^{-3}\%$
Terras 1ª	b4	-6,592	$1,3 \times 10^{-5}\%$
Terras 2ª	b5	-13,09	$4,8 \times 10^{-13}\%$
Terras 3ª	b6	-15,45	$3,4 \times 10^{-15}\%$
X	b7	1,749	8,9%
Y	b8	-3,344	0,20%
X <sup>2</sup>	b9	-4,710	$3,8 \times 10^{-3}\%$
X <sup>3</sup>	b10	-5,225	$8,1 \times 10^{-4}\%$
Y <sup>3</sup>	b11	3,242	0,26%

Na tabela 5.6 pode-se verificar que a significância dos regressores para a 3ª ordem de polinômio de superfície de tendência é inferior a 8,9%.



Tabela 5.7 - Significância dos regressores (bicaudal) para a 4ª ordem de superfície de tendência

Variável	Coeficiente	t Calculado	Significância
Área	b1	132,5	0%
Ac.ótima	b2	9,239	$3,9 \times 10^{-8}\%$
Ac.boa	b3	2,429	2,2%
Terras 1ª	b4	-37,52	0%
Terras 2ª	b5	-74,20	0%
Terras 3ª	b6	-62,90	0%
X	b7	8,805	$1,1 \times 10^{-7}\%$
Y	b8	-8,230	$4,5 \times 10^{-7}\%$
X <sup>2</sup>	b9	7,502	$2,9 \times 10^{-6}\%$
Y <sup>2</sup>	b10	-2,362	2,5%
X <sup>3</sup>	b11	-17,42	$6,7 \times 10^{-15}\%$
X <sup>2</sup> Y	b12	10,16	$4,6 \times 10^{-9}\%$
XY <sup>2</sup>	b13	-4,082	0,03%
Y <sup>3</sup>	b14	8,976	$7,2 \times 10^{-8}\%$
X <sup>4</sup>	b15	-51,35	0%
X <sup>3</sup> Y	b16	-5,131	$1,8 \times 10^{-3}\%$
X <sup>2</sup> Y <sup>2</sup>	b17	16,14	$5,0 \times 10^{-14}\%$

Na tabela 5.7 pode-se verificar que a significância dos regressores para a 4ª ordem de polinômio de superfície de tendência é inferior a 2,5%.

## 5.6 Análise da Variância

A análise da variância é outra forma de testar a existência de regressão. Os testes de significância dos modelos foram realizados a um nível  $\alpha = 1\%$ , os resultados estão apresentados a seguir.

Tabela 5.8 - Análise da variância dos modelos

Modelos de regressão	F calc	F tab
1º modelo de equação de regressão	17,06	3,291
1ª ordem do polinômio de superfície de tendência	15,12	3,137
3ª ordem do polinômio de superfície de tendência	11,20	2,803
4ª ordem do polinômio de superfície de tendência	9,165	2,656

Na tabela 5.8 pode-se verificar que, para todos os modelos, o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado pela distribuição F de Snedecor, logo,

aceita-se a hipótese de existência da regressão, conclui-se que pelo menos uma das variáveis independentes é importante na formação do valor.

## 5.7 Multicolinearidade

A multicolinearidade ocorre quando existe correlação entre algumas ou todas as variáveis de uma relação de forma tal que se torna difícil ou até mesmo impossível isolar suas influências em separado e obter uma estimativa precisa de seus efeitos.

A seguir são apresentadas as tabelas de correlação entre as variáveis de cada modelo de equação de regressão.

**Tabela 5.9 - Correlações parciais para o 1º modelo de equação de regressão**

	<b>R\$/ha</b>	<b>Área</b>	<b>Ac.ótima</b>	<b>Ac.boa</b>	<b>Terras 1ª</b>	<b>Terras 2ª</b>	<b>Terras 3ª</b>
<b>R\$/ha</b>	1,0000	-0,1415	0,6377	0,0148	0,2609	-0,0285	-0,4581
<b>Área</b>	-0,1415	1,0000	0,0522	-0,0070	0,3831	0,9475	0,7936
<b>Ac.ótima</b>	0,6377	0,0522	1,0000	-0,5606	-0,0268	0,1392	-0,0428
<b>Ac.boa</b>	0,0148	-0,0070	-0,5606	1,0000	0,2986	0,0247	-0,2482
<b>Terras 1ª</b>	0,2609	0,3831	-0,0268	0,2986	1,0000	0,2579	-0,1320
<b>Terras 2ª</b>	-0,0285	0,9475	0,1392	0,0247	0,2579	1,0000	0,6915
<b>Terras 3ª</b>	-0,4581	0,7936	-0,0428	-0,2482	-0,1320	0,6915	1,0000

**Tabela 5.10 - Correlações parciais para a 1ª ordem de superfície de tendência**

	<b>R\$/ha</b>	<b>Área</b>	<b>Ac.ótima</b>	<b>Ac.boa</b>	<b>Terras 1ª</b>	<b>Terras 2ª</b>	<b>Terras 3ª</b>	<b>X</b>
<b>R\$/ha</b>	1,0000	-0,1415	0,6377	0,0148	0,2609	-0,0285	-0,4581	0,0939
<b>Área</b>	-0,1415	1,0000	0,0522	-0,0070	0,3831	0,9475	0,7936	-0,2623
<b>Ac.ótima</b>	0,6377	0,0522	1,0000	-0,5606	-0,0268	0,1392	-0,0428	0,1024
<b>Ac.boa</b>	0,0148	-0,0070	-0,5606	1,0000	0,2986	0,0247	-0,2482	0,1177
<b>Terras 1ª</b>	0,2609	0,3831	-0,0268	0,2986	1,0000	0,2579	-0,1320	-0,1705
<b>Terras 2ª</b>	-0,0285	0,9475	0,1392	0,0247	0,2579	1,0000	0,6915	-0,1616
<b>Terras 3ª</b>	-0,4581	0,7936	-0,0428	-0,2482	-0,1320	0,6915	1,0000	-0,2782
<b>X</b>	0,0939	-0,2623	0,1024	0,1177	-0,1705	-0,1616	-0,2782	1,0000

**Tabela 5.11 - Correlações parciais para a 3ª ordem de superfície de tendência**

	<b>R\$/ha</b>	<b>Área</b>	<b>Ac.ótima</b>	<b>Ac.boa</b>	<b>Terras 1ª</b>	<b>Terras 2ª</b>	<b>Terras 3ª</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X²</b>	<b>X³</b>	<b>Y³</b>
<b>R\$/ha</b>	1,0000	-0,1415	0,6377	0,0148	0,2609	-0,0285	-0,4581	0,0939	0,3780	-0,4883	0,1490	0,3896
<b>Área</b>	-0,1415	1,0000	0,0522	-0,0070	0,3831	0,9475	0,7936	-0,2623	-0,2578	-0,0432	-0,0833	-0,2891
<b>Ac.ótima</b>	0,6377	0,0522	1,0000	-0,5606	-0,0268	0,1392	-0,0428	0,1024	0,2672	-0,3098	0,1217	0,2869
<b>Ac.boa</b>	0,0148	-0,0070	-0,5606	1,0000	0,2986	0,0247	-0,2482	0,1177	0,0873	-0,1446	0,1369	-0,1103
<b>Terras 1ª</b>	0,2609	0,3831	-0,0268	0,2986	1,0000	0,2579	-0,1320	-0,1705	0,2225	-0,2231	0,0010	0,1880
<b>Terras 2ª</b>	-0,0285	0,9475	0,1392	0,0247	0,2579	1,0000	0,6915	-0,1616	-0,2741	-0,1127	-0,0006	-0,3046
<b>Terras 3ª</b>	-0,4581	0,7936	-0,0428	-0,2482	-0,1320	0,6915	1,0000	-0,2782	-0,3753	0,1940	-0,1974	-0,3872
<b>X</b>	0,0939	-0,2623	0,1024	0,1177	-0,1705	-0,1616	-0,2782	1,0000	0,0249	-0,1908	0,7348	-0,0061
<b>Y</b>	0,3780	-0,2578	0,2672	0,0873	0,2225	-0,2741	-0,3753	0,0249	1,0000	0,0054	-0,1781	0,8665
<b>X²</b>	-0,4883	-0,0432	-0,3098	-0,1446	-0,2231	-0,1127	0,1940	-0,1908	0,0054	1,0000	-0,6624	0,0176
<b>X³</b>	0,1490	-0,0833	0,1217	0,1369	0,0010	-0,0006	-0,1974	0,7348	-0,1781	-0,6624	1,0000	-0,1854
<b>Y³</b>	0,3896	-0,2891	0,2869	-0,1103	0,1880	-0,3046	-0,3872	-0,0061	0,8665	0,0176	-0,1854	1,0000

Tabela 5.12 - Correlações parciais para a 4ª ordem de superfície de tendência

	R\$/ha	Área	Ac.ótima	Ac.boa	Ter.1ª	Ter.2ª	Ter.3ª	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>2</sup> Y	XY <sup>2</sup>	Y <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>3</sup> Y	X <sup>2</sup> Y <sup>2</sup>
<b>R\$/ha</b>	1,0000	-0,1415	0,6377	0,0148	0,2609	-0,0285	-0,4581	0,0939	0,3780	-0,4883	0,1533	0,1490	0,0370	0,1260	0,3896	-0,2820	0,1618	-0,3073
<b>Área</b>	-0,1415	1,0000	0,0522	-0,0070	0,3831	0,9475	0,7936	-0,2623	-0,2578	-0,0432	0,2844	-0,0833	-0,0545	-0,2721	-0,2891	-0,0111	0,0119	0,0602
<b>Ac.ótima</b>	0,6377	0,0522	1,0000	-0,5606	-0,0268	0,1392	-0,0428	0,1024	0,2672	-0,3098	0,3046	0,1217	0,0222	0,0266	0,2869	-0,1512	0,0975	-0,1850
<b>Ac.boa</b>	0,0148	-0,0070	-0,5606	1,0000	0,2986	0,0247	-0,2482	0,1177	0,0873	-0,1446	-0,2456	0,1369	0,0505	0,1437	-0,1103	-0,1569	0,1189	-0,1559
<b>Ter.1ª</b>	0,2609	0,3831	-0,0268	0,2986	1,0000	0,2579	-0,1320	-0,1705	0,2225	-0,2231	-0,0427	0,0010	0,0213	0,0298	0,1880	-0,1210	0,0535	-0,1323
<b>Ter.2ª</b>	-0,0285	0,9475	0,1392	0,0247	0,2579	1,0000	0,6915	-0,1616	-0,2741	-0,1127	0,3201	-0,0006	-0,0865	-0,2203	-0,3046	-0,0771	0,0589	-0,0051
<b>Ter.3ª</b>	-0,4581	0,7936	-0,0428	-0,2482	-0,1320	0,6915	1,0000	-0,2782	-0,3753	0,1940	0,2601	-0,1974	-0,0174	-0,3607	-0,3872	0,1572	-0,0855	0,2340
<b>X</b>	0,0939	-0,2623	0,1024	0,1177	-0,1705	-0,1616	-0,2782	1,0000	0,0249	-0,1908	-0,3198	0,7348	-0,2935	0,7509	-0,0061	-0,3554	0,2948	-0,4243
<b>Y</b>	0,3780	-0,2578	0,2672	0,0873	0,2225	-0,2741	-0,3753	0,0249	1,0000	0,0054	0,1758	-0,1781	0,5146	-0,0113	0,8665	0,1829	-0,2474	0,0855
<b>X<sup>2</sup></b>	-0,4883	-0,0432	-0,3098	-0,1446	-0,2231	-0,1127	0,1940	-0,1908	0,0054	1,0000	0,0217	-0,6624	0,6083	-0,5331	0,0176	0,8944	-0,7701	0,8649
<b>Y<sup>2</sup></b>	0,1533	0,2844	0,3046	-0,2456	-0,0427	0,3201	0,2601	-0,3198	0,1758	0,0217	1,0000	-0,2750	0,1093	-0,5260	0,2726	0,1804	-0,1866	0,3075
<b>X<sup>3</sup></b>	0,1490	-0,0833	0,1217	0,1369	0,0010	-0,0006	-0,1974	0,7348	-0,1781	-0,6624	-0,2750	1,0000	-0,7770	0,8678	-0,1854	-0,8650	0,8136	-0,8772
<b>X<sup>2</sup>Y</b>	0,0370	-0,0545	0,0222	0,0505	0,0213	-0,0865	-0,0174	-0,2935	0,5146	0,6083	0,1093	-0,7770	1,0000	-0,5825	0,3931	0,8393	-0,8660	0,7590
<b>XY<sup>2</sup></b>	0,1260	-0,2721	0,0266	0,1437	0,0298	-0,2203	-0,3607	0,7509	-0,0113	-0,5331	-0,5260	0,8678	-0,5825	1,0000	0,0212	-0,7064	0,6162	-0,7983
<b>Y<sup>3</sup></b>	0,3896	-0,2891	0,2869	-0,1103	0,1880	-0,3046	-0,3872	-0,0061	0,8665	0,0176	0,2726	-0,1854	0,3931	0,0212	1,0000	0,1930	-0,2704	0,0882
<b>X<sup>4</sup></b>	-0,2820	-0,0111	-0,1512	-0,1569	-0,1210	-0,0771	0,1572	-0,3554	0,1829	0,8944	0,1804	-0,8650	0,8393	-0,7064	0,1930	1,0000	-0,9505	0,9706
<b>X<sup>3</sup>Y</b>	0,1618	0,0119	0,0975	0,1189	0,0535	0,0589	-0,0855	0,2948	-0,2474	-0,7701	-0,1866	0,8136	-0,8660	0,6162	-0,2704	-0,9505	1,0000	-0,9064
<b>X<sup>2</sup>Y<sup>2</sup></b>	-0,3073	0,0602	-0,1850	-0,1559	-0,1323	-0,0051	0,2340	-0,4243	0,0855	0,8649	0,3075	-0,8772	0,7590	-0,7983	0,0882	0,9706	-0,9064	1,0000

As tabelas 5.9, 5.10, 5.11 e 5.12 mostram que o modelo possui correlação forte entre as variáveis: terra de 2ª e área; e terra de 3ª e área, isto é explicado pelo fato de que o tamanho de uma influencia diretamente no tamanho da outra.

Com o objetivo de diminuir a multicolinearidade entre as variáveis classes de terras, foram testados diversos outros modelos, utilizando diversas escalas de classificação de terras e todos eles mostraram piores resultados quanto à correlação.

Existe também correlação forte entre algumas variáveis de localização, isto ocorre por se tratar de diversas interações entre apenas duas variáveis X e Y.

As demais correlações se encontram abaixo de 0,69, podendo ser aceitas.

## 5.8 Homocedasticidade

A homocedasticidade é testada para verificar a hipótese de variância constante em contraposição à variância variável, heterocedasticidade.

A seguir são apresentados os gráficos dos resíduos x valor estimado para todos os modelos de equação de regressão para verificação da homocedasticidade.

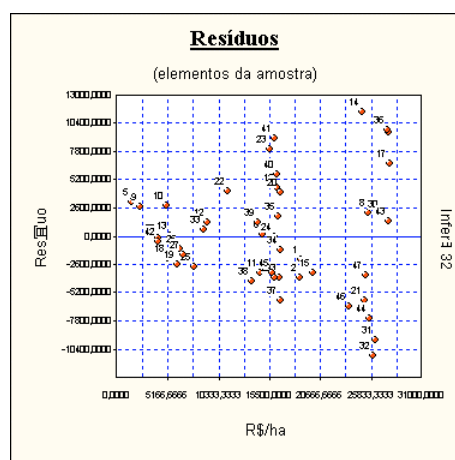


Figura 5.5 - Gráfico de resíduos x valor estimado para o primeiro modelo de equação de regressão

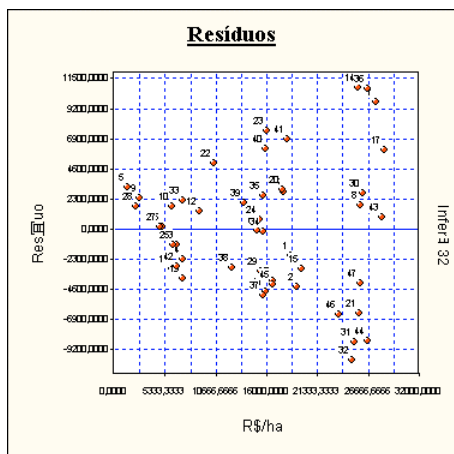


Figura 5.6 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 1ª ordem de superfície de tendência

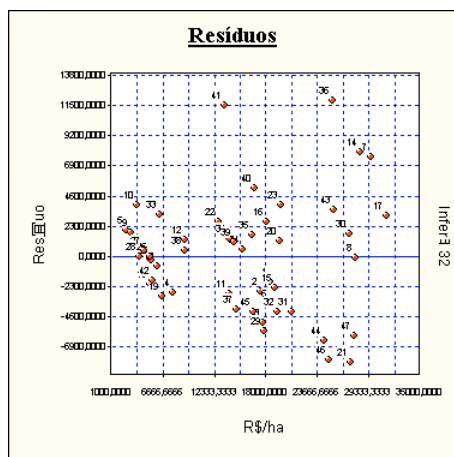


Ilustração 5.7 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 3ª de superfície de tendência

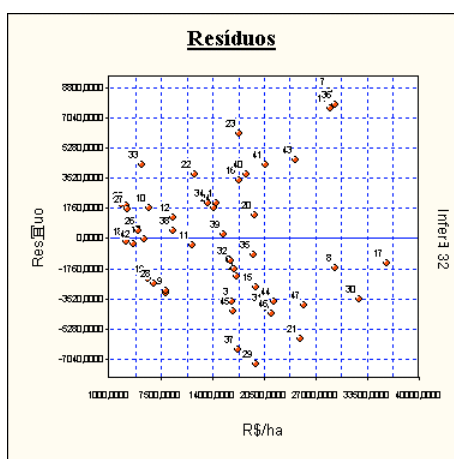


Figura 5.8 - Gráfico de resíduos x valor estimado para a 4ª ordem de superfície de tendência

A Figura 5.5 mostra heterocedasticidade presente no primeiro modelo de equação de regressão.

Observando as Figuras 5.6, 5.7 e 5.8, verifica-se uma melhora gradual quanto à homocedasticidade dos modelos à partir da inclusão das variáveis de localização.

A 4ª ordem do polinômio de superfície de tendência é a que apresenta melhores resultados quanto à homocedasticidade em comparação aos modelos anteriores.

## 5.9 Presença de Outliers

Critério de identificação de outlier: Intervalo de  $\pm 2,00$  desvios padrões em torno da média.

**Tabela 5.13 - Tabela de indicação de outliers para o 1º modelo de equação de regressão**

<b>Nº Am.</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>Erro/Desvio Padrão</b>
<b>14</b>	36363,0000	2,1174
<b>32</b>	15000,0000	-2,0458

**Tabela 5.14 - Tabela de indicação de outliers para a 1ª ordem de superfície de tendência**

<b>Nº Am.</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>Erro/Desvio Padrão</b>
<b>14</b>	36363,0000	2,0145
<b>36</b>	37234,0000	2,0025

**Tabela 5.15 - Tabela de indicação de outliers para a 3ª ordem de superfície de tendência**

<b>Nº Am.</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>Erro/Desvio Padrão</b>
<b>36</b>	37234,0000	2,3234
<b>41</b>	25000,0000	2,2509

Nas tabelas 5.13, 5.14 e 5.15 observa-se a ocorrência de outliers no 1º modelo de equação de regressão e na 1ª e 3ª ordem de polinômio de superfície de tendência, porém os valores são tão próximos do limite que achou-se por bem manter esses elementos de forma a preservar o tamanho da amostra e assim evitar extrapolação dos valores nas regiões onde eles se encontram.

A 4ª ordem de superfície de tendência não apresentou nenhum outlier para o critério de  $\pm 2,00$  desvios padrões.

## 5.10 Normalidade

A normalidade dos resíduos dos modelos é apresentada nas ilustrações a seguir:

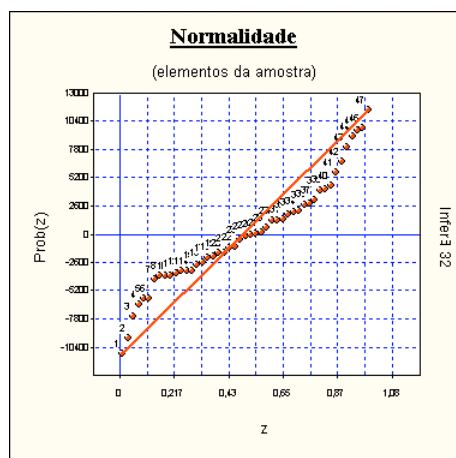


Figura 5.9 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para o 1º modelo de equação de regressão

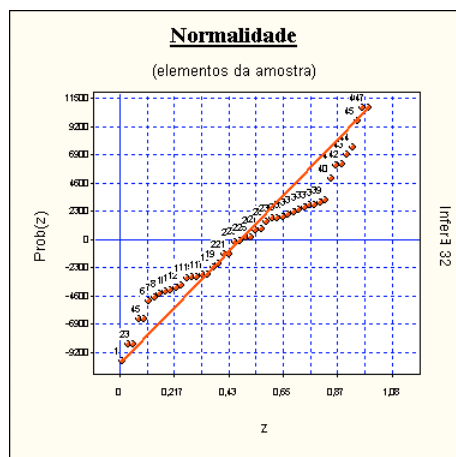


Figura 5.10 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 1ª ordem de superfície de tendência



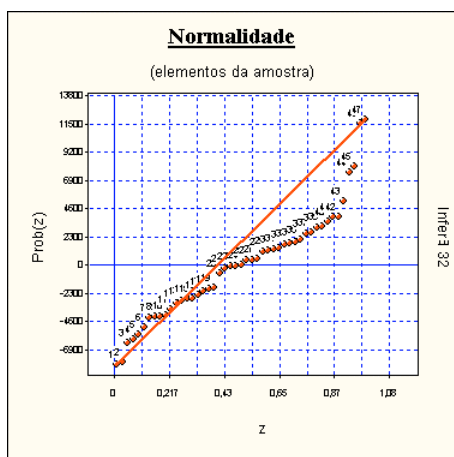


Figura 5.11 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 3ª ordem de superfície de tendência

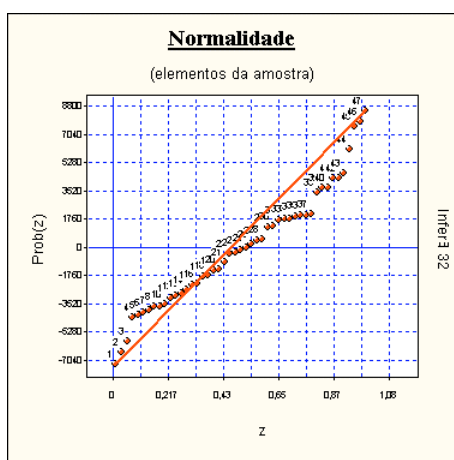


Figura 5.12 - Gráfico da reta de normalidade dos resíduos para a 4ª ordem de superfície de tendência

Ao observar os gráficos anteriores nota-se um melhor ajuste dos dados à reta da normalidade com a inclusão da variável de localização e o ajuste melhora à medida que ocorre o aumento na ordem de polinômio de superfície de tendência.

Com base nos gráficos anteriores pode-se concluir que a 4ª ordem de polinômio de superfície de tendência apresenta melhor ajuste dos dados à reta da normalidade, ou seja, o melhor resultado quanto à verificação da normalidade dos resíduos.

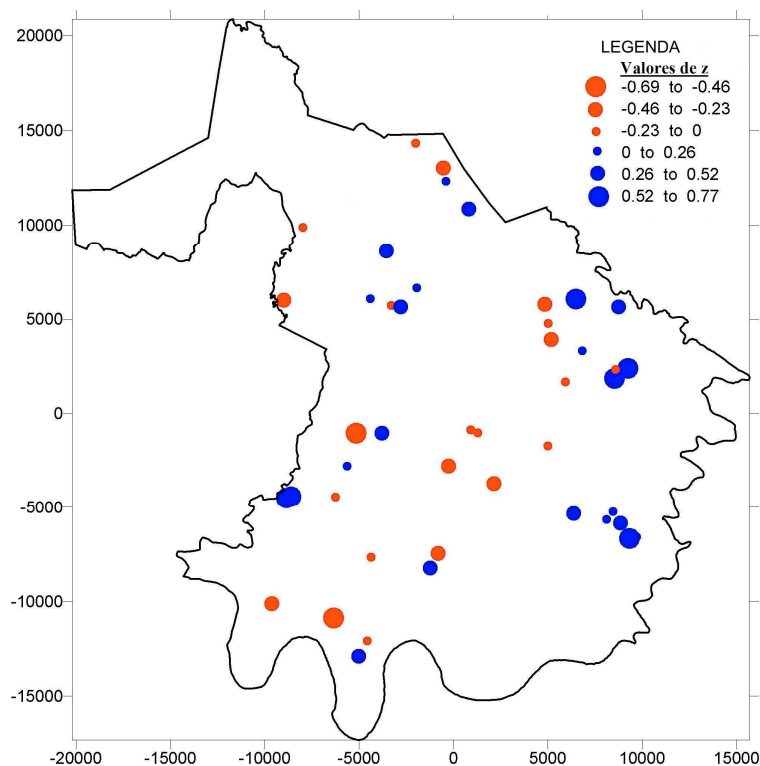
## 5.11 Análise da autocorrelação

A autocorrelação é um fenômeno que está ligado à dependência existente entre os resíduos. Um modelo com autocorrelação significa que os estimadores de mínimos quadrados ainda são não tendenciosos e consistentes, mas não são os mais eficientes.

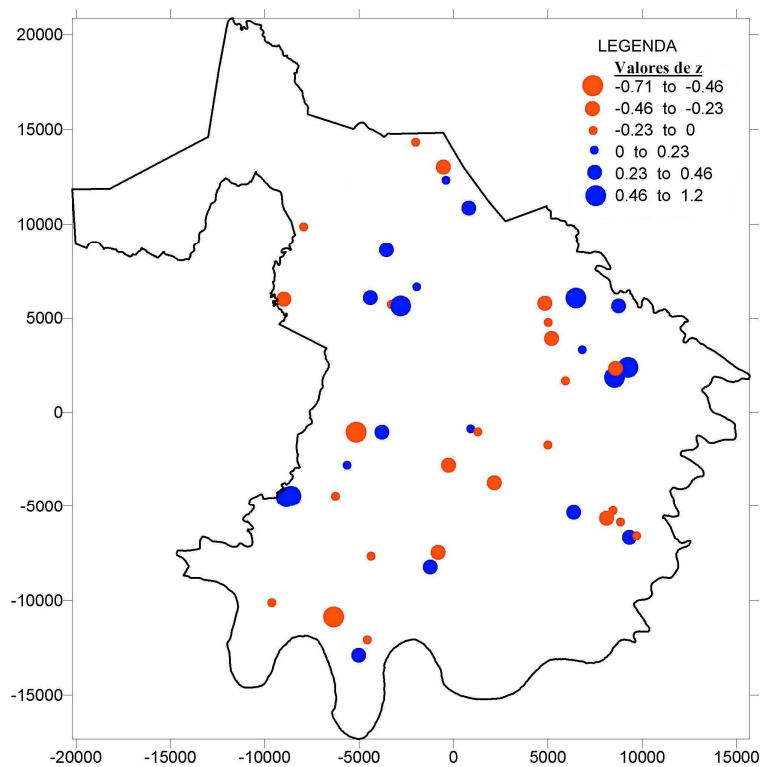
Uma maneira de identificar a autocorrelação é através do comportamento dos resíduos.

### 5.11.1 Análise da autocorrelação espacial através dos mapas dos resíduos

A seguir são apresentados os mapas da distribuição dos resíduos para cada modelo de equação de regressão:

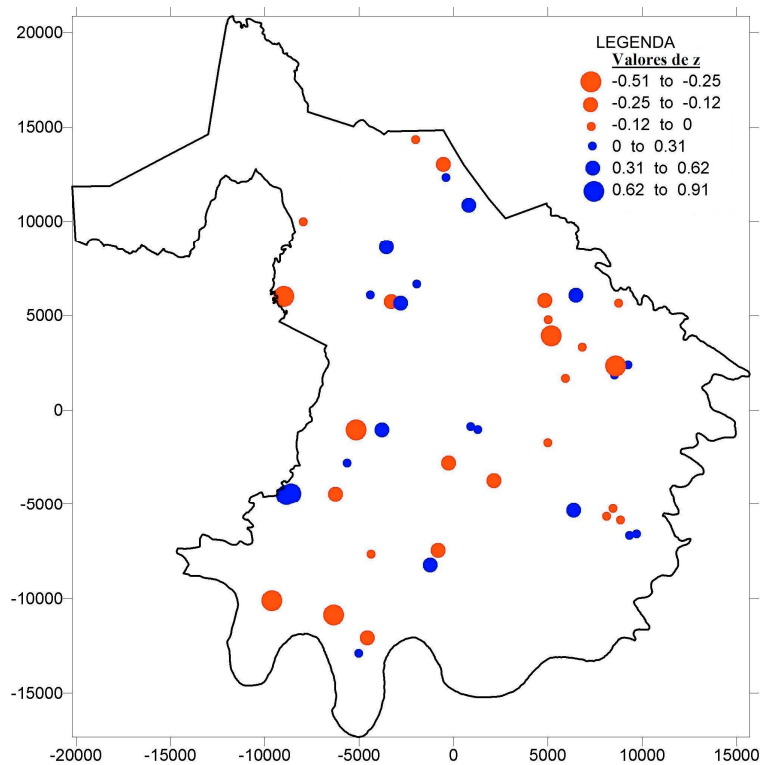


**Figura 5.13 - Mapa dos resíduos para o 1º modelo de equação de regressão**  
 Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis



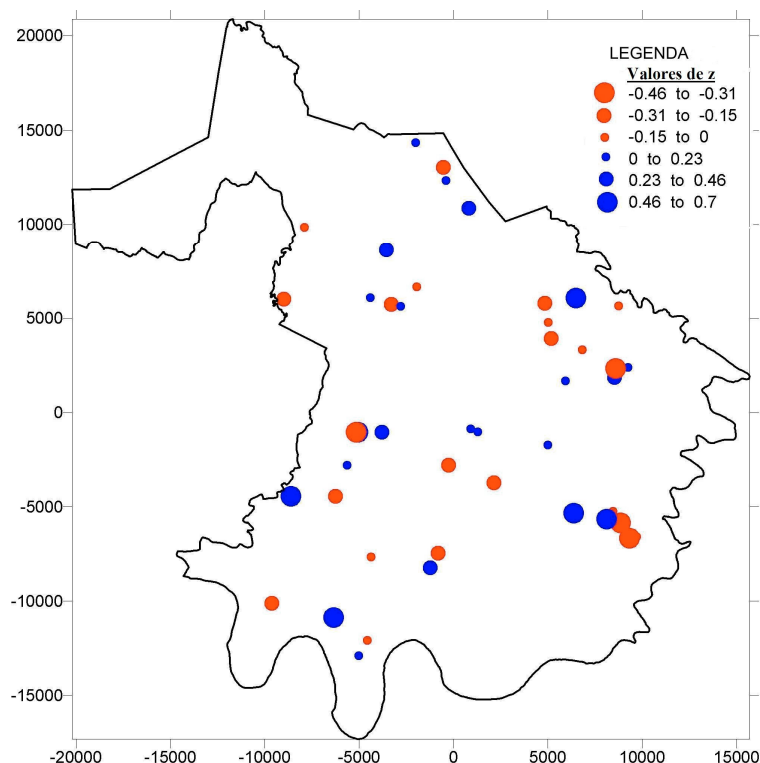
**Figura 5.14 - Mapa dos resíduos para a 1ª ordem de superfície de tendência**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis



**Figura 5.15 - Mapa dos resíduos para a 3ª ordem de superfície de tendência**

Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis



**Figura 5.16 - Mapa dos resíduos para a 4ª ordem de superfície de tendência**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis

A figura 5.13 apresenta a distribuição dos resíduos para o primeiro modelo de equação de regressão e mostra a ocorrência de grande concentração de resíduos negativos na região central da área de estudo e também na região sudoeste. Nas regiões nordeste, sudeste e noroeste ocorrem concentração de resíduos positivos.

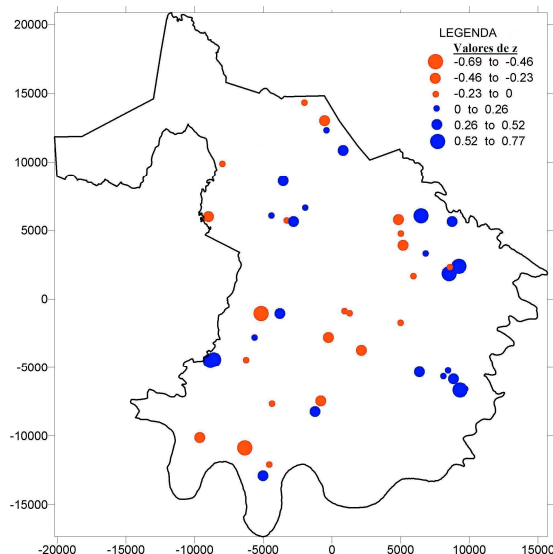
A distribuição dos resíduos para a primeira ordem de polinômio de superfície de tendência é mostrada pela figura 5.14 e nela pode-se notar que ocorreu uma pequena melhora apenas na região sudeste da área de estudo.

Na terceira ordem ocorreu uma pequena melhora na distribuição dos resíduos na região sudeste, como pode ser observado na figura 5.15.

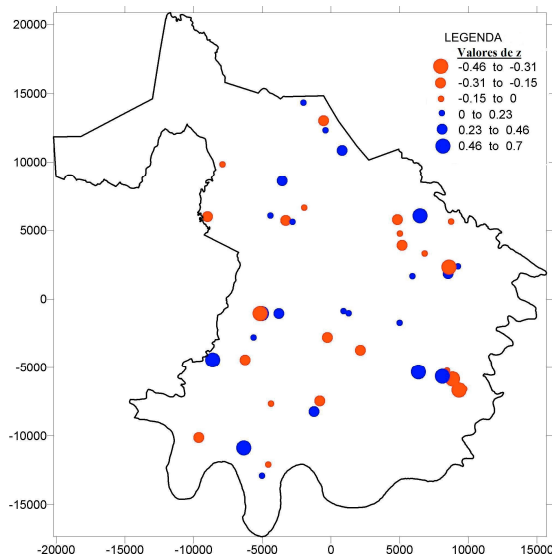
Na figura 5.16 verifica-se a dispersão dos resíduos para a quarta ordem, onde pode-se notar que ocorre grande melhora em todas as regiões.

A seguir estão expostas, lado a lado, para melhor visualização a figura 5.17 com a análise da autocorrelação do primeiro modelo de equação de regressão e na

figura 5.18 a análise da autocorrelação da quarta ordem, que foi a que apresentou os melhores resultados.



**Figura 5.17 - Mapa dos resíduos para o 1º modelo**



**Figura 5.18 - Mapa dos resíduos para a 4ª ordem**

A distribuição ideal dos resíduos nos mapas é aquela que ocorre de forma aleatória, com resíduos positivos e negativos de vários tamanhos em todas as regiões.

A figura 5.17 apresenta a distribuição dos resíduos para o primeiro modelo de equação de regressão e mostra a ocorrência de grande concentração de resíduos negativos na região central da área de estudo e também na região sudoeste. Nas regiões nordeste, sudeste e noroeste ocorrem concentração de resíduos positivos.

Na figura 5.18 verifica-se a dispersão dos resíduos para a quarta ordem, onde pode-se notar que ocorre grande melhora em todas as regiões, o que evidencia que este modelo apresenta os melhores resultados quanto à autocorrelação espacial.

## 5.12 Valor da localização

### 5.12.1 Valor da localização para a primeira ordem de polinômio de superfície de tendência

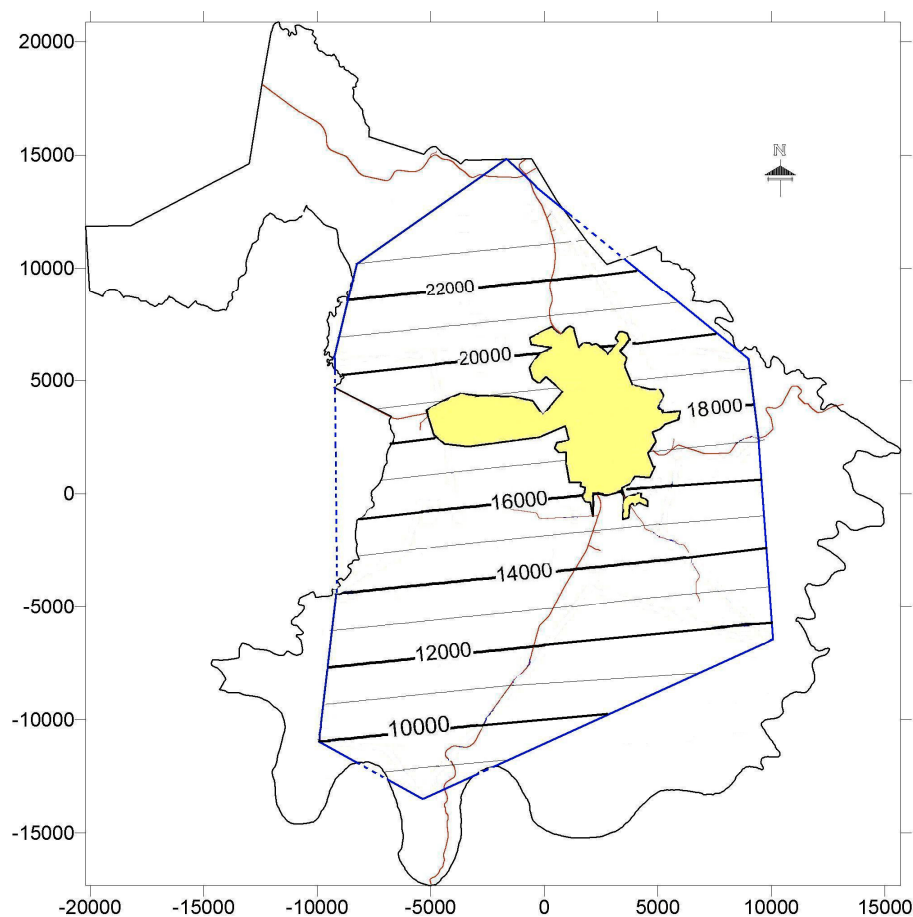
Segundo Chica Olmo e Cano Guervós (s.d.), para encontrar somente o valor da localização é necessário verificar a influência das variáveis independentes dos imóveis na constante do modelo. Para tanto é necessário separar as partes correspondentes em relação a constante, subtraindo a constante encontrada no primeiro modelo de equação de regressão da constante encontrada no modelo de superfície de tendência.

A constante encontrada no primeiro modelo de equação de regressão foi 9775,20 e a constante encontrada para a primeira ordem de superfície de tendência foi 9817,70, portanto a constante para o modelo do valor de localização de 1ª ordem será: + 42,50

Assim, o modelo de equação de regressão para o valor de localização para a primeira ordem de superfície de tendência será:

$$[\text{R\$/ha}] = + 42.50 - 0,17325 \times [X]$$

A seguir é apresentada a Figura 5.19 com os isovalores da localização para a primeira ordem de superfície de tendência.



**Figura 5.19 - Mapa com as isovalores da localização para a 1ª ordem de polinômio de superfície de tendência**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis

Schroeder e Sjoquist (1976), afirmam que o uso de uma equação de primeiro grau apresenta as tendências globais da variável de interesse.

Ao observar a figura 5.19, com os valores de localização para a primeira ordem do polinômio de superfície de tendência, pode-se notar que a valorização ocorre no sentido Sul-Norte. O aumento no valor da localização se dá à medida que a proximidade dos imóveis com o trevo de acesso à Chapecó diminui. Isto é perfeitamente aceitável, uma vez que esta região é bastante valorizada pela influencia da proximidade com a BR 282.

### 5.12.2 Valor da localização para a terceira ordem de polinômio de superfície de tendência

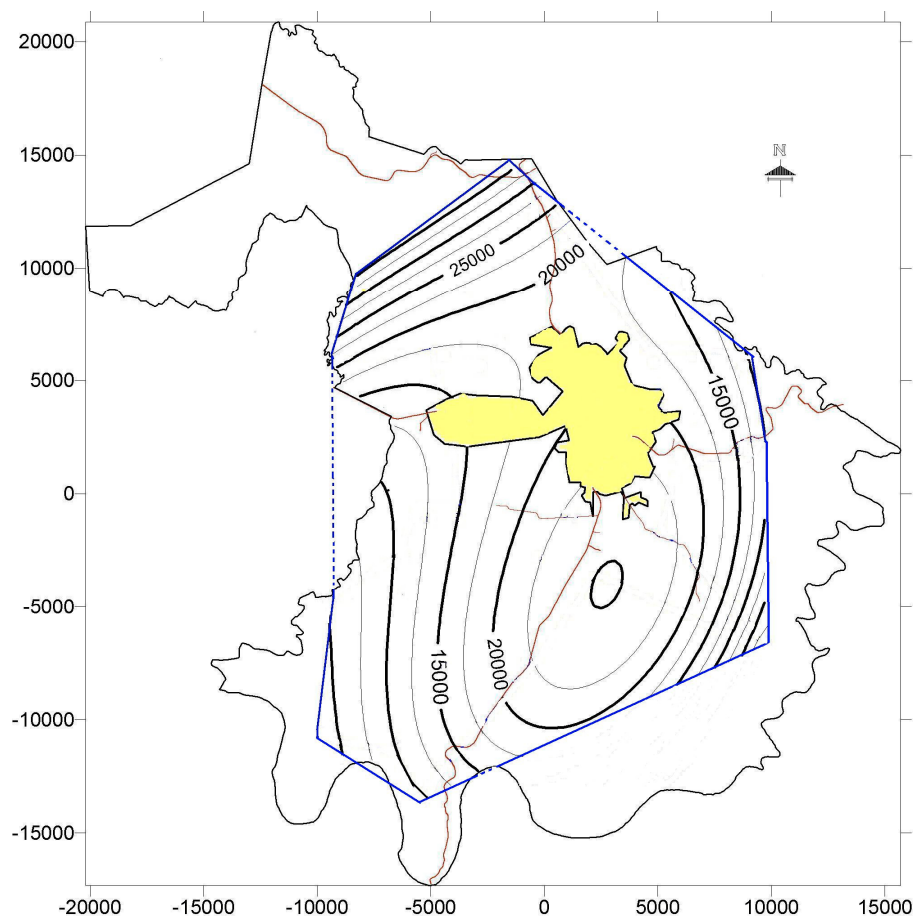
A constante encontrada no primeiro modelo de equação de regressão foi 9775,20 e a constante encontrada para a terceira ordem de superfície de tendência foi 12617, portanto a constante para o modelo do valor de localização de 3ª ordem será: + 2841,80.

Assim, o modelo de equação de regressão para o valor de localização para a terceira ordem de superfície de tendência será:

$$[\text{R\$/ha}] = + 2841,80 + 0,20003 \times [X] - 0,3619 \times [Y] - 6,9235 \times 10^{-5} \times [X^2] - 4,2570 \times 10^{-9} \times [X^3] + 2,8997 \times 10^{-9} \times [Y^3].$$

A Figura 5.20 apresenta os isovalores da localização para a terceira ordem de polinômio de superfície de tendência. Os valores que se encontram fora da poligonal devem ser considerados como extrapolação.





**Figura 5.20 - Mapa contendo os isovalores da localização para a 3ª ordem de polinômio de superfície de tendência**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis

Conforme Schroeder e Sjoquist (1976), a terceira ordem do polinômio de superfície de tendência apresenta pólos de valorização ou desvalorização trazendo informações da variável em estudo dentro da área de interesse.

A Figura 5.20 mostra o aumento do valor da localização gerado pela influência da proximidade com a BR 480, que dá acesso ao Estado do Rio Grande do Sul, e também à área urbana do município. Pode-se observar também isovalores elevados gerado pela influência da proximidade com o Trevo de acesso à BR 282. Realmente, os imóveis localizados nestas áreas possuem maior valor.

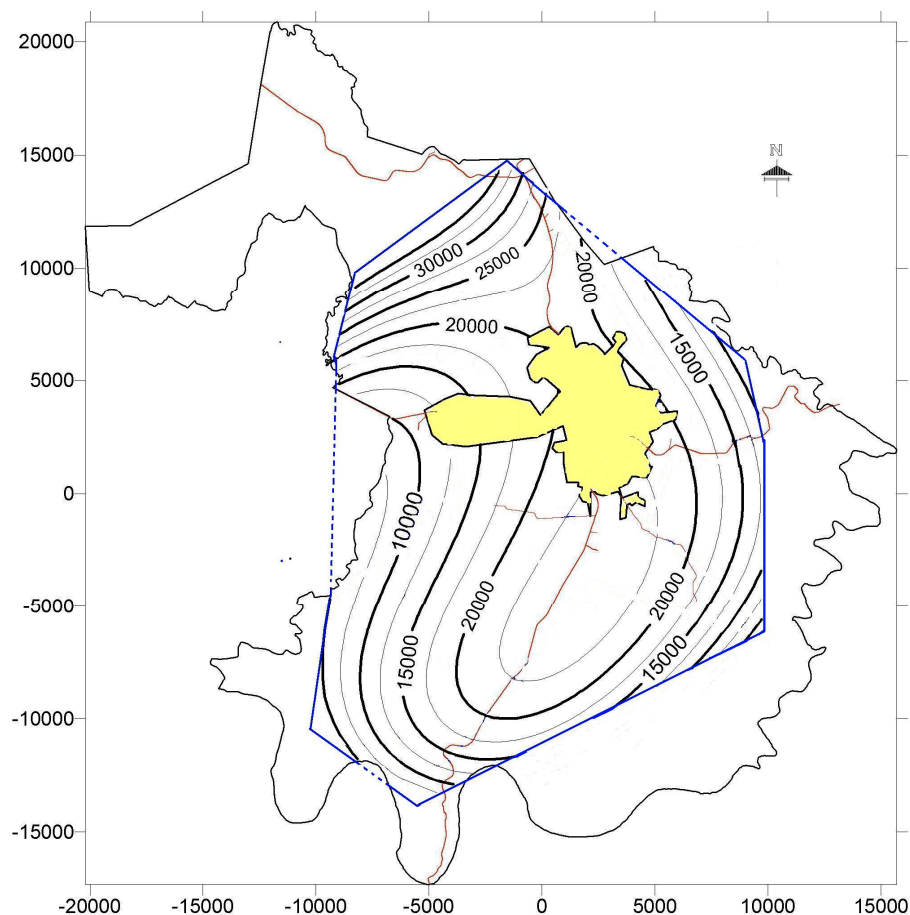
### 5.12.3 Valor da localização para a quarta ordem de polinômio de superfície de tendência

A constante encontrada no primeiro modelo de equação de regressão foi 9775,20 e a constante encontrada para a quarta ordem de superfície de tendência foi 13130, portanto a constante para o modelo do valor de localização de 4ª ordem será: +3354,80.

Assim, o modelo de equação de regressão para o valor de localização para a quarta ordem de superfície de tendência será:

$$[R\$/ha] = +3354,80 + 0,9316 \times [X] - 0,8242 \times [Y] + 1,0204 \times 10^{-4} \times [X^2] - 3,1259 \times 10^{-5} \times [Y^2] - 1,3132 \times 10^{-8} \times [X^3] + 1,1946 \times 10^{-8} \times [X^2Y] - 6,6267 \times 10^{-9} \times [XY^2] + 7,4293 \times 10^{-9} \times [Y^3] - 2,4550 \times 10^{-12} \times [X^4] - 3,7417 \times 10^{-13} \times [X^3Y] + 1,9106 \times 10^{-12} \times [X^2Y^2]$$

A seguir é apresentada a Figura 5.21 com os isovalores da localização para a quarta ordem de polinômio de superfície de tendência. Os valores que se encontram fora da poligonal devem ser considerados como extrapolação.



**Figura 5.21 - Mapa contendo os isovalores da localização para a 4ª ordem de polinômio de superfície de tendência**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis

A Figura 5.21 representa uma tendência mais próxima da realidade, onde pode-se observar o isovalor de valor 20.000 encontrada na região leste e também em parte do oeste da região urbana do município.

À medida que os imóveis se aproximam da BR 480 o valor da localização aumenta, isto é explicado pela importância que esta BR tem pelo fato de ligar o Estado de Santa Catarina ao Rio Grande do Sul.

Conforme aumenta o afastamento, de ambos os lados da BR 480, o valor da localização diminui, tendência perfeitamente condizente com a realidade, uma vez que esta região é caracterizada por acesso ruim e predomínio de terras de cultura de terceira.

Próxima ao trevo de acesso a Cidade, o valor da localização tende a aumentar. Nesta região a localização é mais valorizada principalmente pela influência da BR

282, principal rodovia de acesso à cidade e também por encontrar imóveis com boa e ótima acessibilidade e com terras de cultura de primeira.

### 5.13 Confeção da Planta de Valores Genéricos

Para calcular o valor em R\$/ha para confecção da PVG, observou-se os imóveis presentes na amostra e adotou-se o seguinte imóvel padrão:

Área: 30 ha

Terras de 1ª: 8 ha

Terras de 2ª: 9 ha

Terras de 3ª: 13 ha

Para a variável acessibilidade, adotou-se acessibilidade ótima, boa e ruim, de acordo com a acessibilidade presente em cada região da área de estudo.

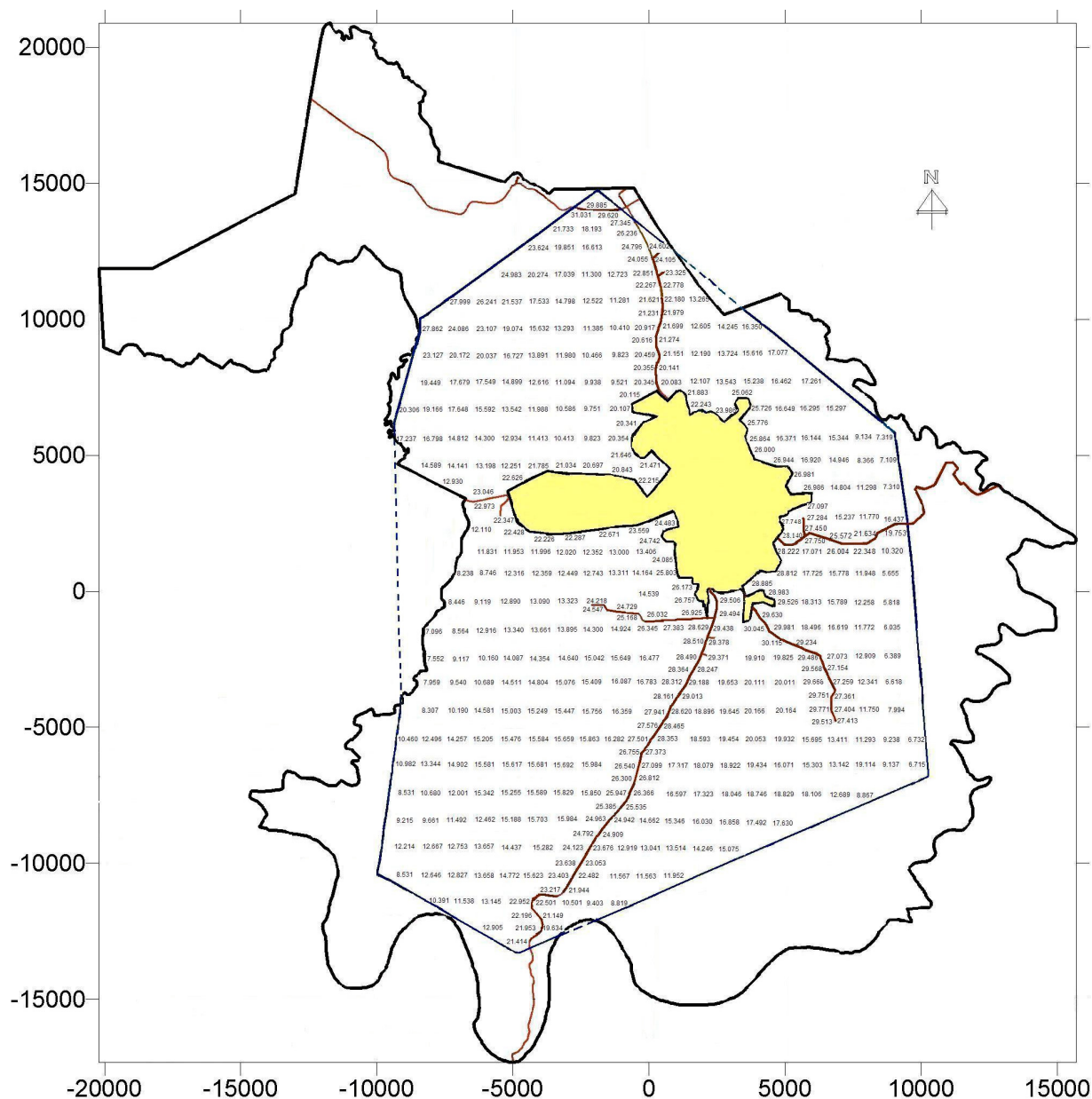
A equação utilizada para o cálculo do valor do ha será a de quarta ordem de polinômio de superfície de tendência por ser a que apresentou melhores resultados nos testes descritos anteriormente.

Assim, a equação de regressão para o cálculo da PVG será:

$$\begin{aligned}
 [R\$/ha] = & 13130 + 2896,4 \times [Área] + 13956 \times [Ac.ótima] + 3394,4 \times [Ac.boa] - \\
 & 2787,4 \times [Terras 1ª] - 2857,4 \times [Terras 2ª] - 3141,9 \times [Terras 3ª] + 0,9316 \times [X] - \\
 & 0,8242 \times [Y] + 1,0204 \times 10^{-4} \times [X^2] - 3,1259 \times 10^{-5} \times [Y^2] - 1,3132 \times 10^{-8} \times [X^3] + \\
 & 1,1946 \times 10^{-8} \times [X^2Y] - 6,6267 \times 10^{-9} \times [XY^2] + 7,4293 \times 10^{-9} \times [Y^3] - 2,4550 \times 10^{-12} \times [X^4] - \\
 & 3,7417 \times 10^{-13} \times [X^3Y] + 1,9106 \times 10^{-12} \times [X^2Y^2]
 \end{aligned}$$

Para calcular o valor em R\$/ha de forma que abrangesse a maior parte da área de interesse, foi gerada uma malha densa contendo 62.000 pares de coordenadas e em seguida calculado o valor para cada par.

O valor em R\$/ha dos imóveis, representados na figura 5.22 apresentada a seguir, foram distribuídos numa distância de 1.000m em toda a extensão da área de estudo, com exceção dos valores que margeiam as estradas asfaltadas e a zona urbana, onde estão distribuídos numa distância de 500m entre eles.



**Figura 5.22 - Planta de valores genéricos para imóveis rurais do Município de Chapecó**

\* Abscissas e ordenadas representadas pelas coordenadas relativas dos imóveis

## **CAPÍTULO VI**

---

### **6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **6.1 Conclusões**

##### **6.1.1 Análise dos dados**

Ao realizar a coleta dos dados para compor a amostra, observou-se que, na zona rural do município de Chapecó, há o predomínio de pequenas propriedades.

O tratamento estatístico dos dados permitiu analisar o comportamento da variável dependente em relação às dependentes e conclui-se que a acessibilidade é de grande relevância na formação do valor dos imóveis localizados na zona rural do Município de Chapecó, uma vez que a região é eminentemente voltada para agroindústria. Imóveis que possuem terras de cultura de primeira combinada com acessibilidade ótima ficam com o valor elevado em média 53% a mais do que imóveis que possuem a mesma classe de terras, porém com acessibilidade ruim.

Quanto aos resultados estatísticos, observou-se melhores resultados com a aplicação da técnica de superfície de tendência, a partir da inclusão das variáveis de localização.

Para o desvio padrão dos dados, a 4ª ordem reduziu 13% da dispersão em torno da média, e o erro padrão dos resíduos reduziu 25% .

O coeficiente de correlação aumentou 7 pontos percentuais desde o primeiro modelo até a quarta ordem.

O coeficiente de determinação aumentou 12 pontos percentuais desde o primeiro modelo até a quarta ordem.

Quanto à normalidade dos resíduos, o melhor ajuste dos dados à reta da normalidade foi apresentado pela 4ª ordem.

A heterocedasticidade, fortemente presente no primeiro modelo foi minimizada no modelo de quarta ordem.

### **6.1.2 Análise da autocorrelação**

A análise dos mapas dos resíduos permitiu concluir que o uso da técnica de superfície de tendência mostrou-se eficaz para diminuir a autocorrelação espacial.

Na análise da autocorrelação do primeiro modelo de equação de regressão existe grande concentração de resíduos negativos na região central da área de estudo e também na região sudoeste. Nas regiões nordeste, sudeste e noroeste ocorrem concentração de resíduos positivos.

O modelo que reduziu de forma mais significativa a autocorrelação espacial foi o modelo de quarta ordem de polinômio de superfície de tendência que praticamente eliminou a autocorrelação espacial. Neste, verificou-se que a dispersão dos resíduos ocorre de forma mais aleatória em todas as regiões.

### **6.1.3 Valor da localização**

Em relação ao valor da localização, o modelo de quarta ordem de polinômio de superfície de tendência foi a que identificou os pólos de valorização mais próximos à realidade observada a campo.

No modelo de quarta ordem, observa-se a forte influência das rodovias federais na formação dos valores.

À medida que os imóveis se aproximam da BR 480, rodovia que liga Chapecó ao Estado do Rio Grande do Sul, o valor da localização aumenta. Conforme aumenta o afastamento, de ambos os lados da referida BR, o valor da localização diminui.

Próximo ao trevo de acesso à BR 282, principal rodovia do Município, o valor da localização também aumenta.

Também observou-se forte influência da zona urbana do Município no aumento do valor da localização.

A confecção da PVG estima os valores em R\$/ha e pode-se apontar que os dados presentes nesta estão mostrando a realidade presente no mercado imobiliário dos imóveis rurais do Município de Chapecó.

#### **6.1.4 Comentários finais**

Os cadastros constituem hoje um dos instrumentos mais importantes das prefeituras. Eles servem de apoio às tomadas de decisões no campo da arrecadação fiscal, permitindo uma tributação mais eficiente. É muito importante que as prefeituras mantenham seus cadastros atualizados, de forma a garantir a arrecadação mais justa, além de possibilitar melhor planejamento e disciplinamento do crescimento municipal.

Entretanto, as mudanças ocorrem muito rapidamente e o cadastro de valores deve refletir as mudanças que ocorrem no mercado imobiliário. O imposto deve permitir a arrecadação de acordo com as necessidades do município, mas também deve tributar com justiça seus contribuintes. Portanto, a PVG deve ser constantemente atualizada e a maneira mais eficaz, rápida e precisa de se fazer isto é com base no cadastro do município, visando incorporar a variação dos valores dos imóveis, as tendências do mercado imobiliário e identificar as variações das regiões de inserção dos imóveis.

#### **6.2 Recomendações para futuros trabalhos**

Recomenda-se aumentar o tamanho da amostra e dividi-la em três regiões, para tentar explicar o método de forma diferenciada para cada área, aplicando-se o conceito de barreiras para “forçar” a determinação de superfícies de acordo com a característica de cada região.



## REFERÊNCIAS

ABUNAHMAN, Sérgio Antônio. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. São Paulo: Pini, 1999. 301 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de bens**. Parte 1: Procedimentos gerais. NBR 14653-1. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de bens**. Parte 3: Imóveis rurais. NBR 14653-3. Rio de Janeiro, 2004.

AURICCHIO, Luiz. **Análise especulativa da terra**. In: Congresso Mundial de Avaliações, 1º. São Paulo: IBAPE, 1981.

AVERBECK, E. A. **Os sistemas de cadastro e planta de valores no município: prejuízos da desatualização**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2003. 200 p.

BNDES. **Revisão da Planta Genérica de Valores**. Disponível em: <<http://federativo.bndes.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil 1988**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 10 de nov. de 2004.

BRASIL. Constituição (1988). **Emenda Constitucional nº. 42, de 19 de dezembro de 2003**. Altera o Sistema Tributário Nacional e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc42.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc42.htm)>. Acesso em: 11 nov. 2004.

BRASIL. **Estatuto da terra**. Lei nº. 4.504 de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/LegisAssunto/ltr.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

BRASIL. **Lei nº. 4.947, de 06 de abril de 1966.** Fixa normas de Direito Agrário, dispõe sobre o sistema de organização e funcionamento do Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/LegisAssunto/ltr.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

BRASIL. **Código Tributário Nacional.** Lei nº. 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e Institui Normas Gerais de Direito Tributário Aplicáveis à União, Estados e Município. Disponível em: <<http://receita.fazenda.gov.br/Legislacao/CodTributNaci/ctn.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2004.

BRASIL. **Lei nº. 5.868 de 12 de dezembro de 1972.** Cria o Sistema Nacional de Cadastro e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/LegisAssunto/ltr.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

BRASIL. **Lei 9.393 de 19 de dezembro de 1996.** Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/LegisAssunto/ltr.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D. ; CÂMARA, G. **Análise Espacial de Superfícies.** In: Análise Espacial. Cap. 3, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap3-superficies.pdf>>. Acesso em: 05 mai 2005.

CAMARGOS, Luciano Dias Bicalho. O aspecto material da hipótese de incidência tributária do imposto territorial rural. **Revista de direito agrário.** Ano 17, nº 16, p. 53-78, 2º sem de 2001.

CHICA OLMO, J. **Teoria de las Variables Regionalizadas: Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliária.** Granada: Editora: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. 1ª ed. 1994.

CHICA OLMO, J.; CANO GUERVÓS, R. **Valoración espacial del precio de la vivienda y del suelo mediante el método de krigeaje.** s.l. (s.d.).

CIASC – CENTRO DE INFORMÁTICA E AUTOMAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Mapa interativo de Santa Catarina.** Disponível em: <<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br>>. Acesso em : 12 dez 2005

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações:** uma introdução à metodologia científica. São Paulo: Pini, 1998. 251 p.

DANTAS, Rubens Alves; MAGALHÃES, André Mattos; ROCHA, Francisco José Sales. **La importancia de la regresión espacial en la tasación de Inmuebles.** In: Congresso Internacional en Valoración u Transacción. Espanha, 2002.

DILÃO, Rui. **GPS – Global Positioning System.** Disponível em: <<http://sd.ist.utl.pt/Awareness/gps.htm>> Acesso em: 16 dez. 2004.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S. A. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br/epagri/index.jsp>>. Acesso em: 10 nov. 2004.

ESTEIO, ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS LTDA. **Planta Genérica de Valores.** Disponível em: <<http://esteio.com.br>>. Acesso em: 17 nov. 2004.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade; TOLEDO, Geraldo Luciano. **Estatística aplicada.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

FRAINER, José Irazy. **Curso de Avaliação de imóveis urbanos.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 10, 1999. Porto Alegre: IBAPE, 1999, p. 1-50.

GONCHO, Graciela; OLIVEIRA, Robson Assunção. **Levantamentos cadastrais considerando aspectos regionais.** In: Congresso Brasileiro de Cadastro, I. Florianópolis: UFSC, 2000.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Plantas de Valores Inferenciais: A Espacialidade Considerada Através de Trend Surfaces.** In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - COBREAP, 1995.

GPS Global. **Localização de pontos na superfície terrestre**. Disponível em: <<http://www.gpsglobal.com.br/Index.html>>. Acesso em: 18 ago 2005.

HOCHHEIM, Norberto. **Engenharia de avaliações II**. Apostila do autor. IBAPE, Florianópolis, 2005

IBGE. **Estados:** Santa Catarina. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sc>. Acesso em 10 dez. 2005.

ICEPA. **Santa Catarina:** características e potenciais. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br>>. Acesso em 10 nov.2004.

KARMEL, Peter; POLASEK, M. **Estatística geral e aplicada para economistas**. São Paulo: Atlas: Ed. da Univ. de São Paulo, 1972. 601p.

KELM, Danielle F. Pretto; LOCH, Carlos. **Cadastro e Reforma Agrária**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro, I. Florianópolis: UFSC, 1998.

LANDIM, Paulo M. Barbosa; CORSI, Alessandra Cristina. **Cálculo de superfícies de tendência, por regressão polinomial, pelo surf 6**. UNESP/ Campus de Rio Claro, Rio Claro, 2001.

LIMA, Obéde Pereira de; CORDINI, Jucilei; LOCH, Carlos. **O cadastro técnico multifinalitário e o poder público municipal:** base para o desenvolvimento sustentável. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2000.

LIMA, Marcelo Rossi Camargo de. **Avaliação de propriedades rurais**. 2ª ed. rev. atual. São Paulo: LEUD, 2005. 287 p.

MARQUES, J.Q. de A. coord. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra**. [Rio de Janeiro]: Escritório Técnico de Agricultura Brasil - Estados Unidos, 1971 . 443p.i1.

MICHAEL, Rosemeri. **Avaliação em massa de imóveis com uso de inferência estatística e análise de superfície de tendência**. 2004. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 90 p.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios de engenharia de avaliações**. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pini, 2001. 512 p.

MOREIRA FILHO, Ibá Ilha; et al. **Avaliação de bens**: por estatística inferencial e regressões múltiplas. Teoria e aplicações. Porto Alegre: Divisão. 1993. 89 p.

MOTTA, Valter T.; WAGNER, Mario B. **Bioestatística**. Caxias do Sul: Educs, São Paulo: Robe Editorial, 2003.

NORCLIFFE, G. B. On the use and limitations of trend surface models. **Canadian Geographer**, v. XIII, n. 4, p. 338-348, 1969.

PARRA, E. **A titulação e cadastro de terra rural na Colômbia**. Simpósio Internacional de Experiência Fundiária. Anais. Salvador, p. 321-323. 1984.

PERUZZO TRIVELLONI, C. A. P. **Metodologia para Avaliação em Massa de Apartamentos por Inferência Estatística e Técnicas de Análise Multivariada - Uma Análise Exploratória**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade federal de Santa Catarina. 1998.

PIERRE, Gustavo Moreira. **Ambiente integrado para posicionamento em operações militares**. Disponível em: <[http://64.233.161.104/search?q=cache:19EiMHASu8UJ:www.tecgraf.puc-rio.br/publications/diss\\_2002\\_pierre\\_operacoes\\_militares](http://64.233.161.104/search?q=cache:19EiMHASu8UJ:www.tecgraf.puc-rio.br/publications/diss_2002_pierre_operacoes_militares)>. Acesso em: 15 set. 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CHAPECÓ. **Plano diretor de desenvolvimento territorial de Chapecó**. 2004. Disponível em: <<http://www.chapeco.sc.gov.br/index.php?go=378>>. Acesso em 15 de fev de 2005.

RICHARDSON, H.W. **Economia regional**: teoria da localização. Estrutura urbana e crescimento regional. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

RUI, Juliano: Engenharia Legal. **Atualização da Planta Genérica do Município**. Disponível em: <<http://www.manualdepericias.com.br>>. Acesso em: 17 nov. 2004.

SALGADO, Gabriela, et. al. **Considerações sobre o cadastro técnico rural no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2000.

SANTOS, Adeildo Antão dos. **Geodésia elementar e princípio de posicionamento global (GPS)**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001.

SCHROEDER, L. D.; SJOQUIST, D. L. **Investigation of population density gradients using trend surface analysis**. Lands Economics, v. 52, n. 3, 1976.

SCHUMACHER, Delamar Heleno. LOCH, Carlos. **Ligação entre cadastro técnico urbano com a planta de valores genéricos e os serviços urbanos**. Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias. Ano VIII, n.95, 1997

SILVA, Everton da; RAMOS, Liane Silva; LOCH, Carlos. **Considerações sobre a implementação de um cadastro técnico multifinalitário**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2002.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/glossario/verbete/coordenadasutm.htm>>. Acesso em: 15 set. 2005.

VANDEVEER, Lonnie R. **A spatial analysis of land values at the rural urban fringe**. 2001 Disponível em: <<http://srdc.msstate.edu/publications/220.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2005.

VIEIRA, Carlos Antônio Oliveira; OLIVEIRA, Joanito de Andrade e SILVA, Marlon Crislei. **Sistema de informação cadastral para cidades de médio e grande porte**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2002.

VIEIRA, Carlos Antonio Oliveira, et. Al. **Automação do cadastro técnico municipal de cidades de pequeno porte**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2002.

ZANCAN, Evelise Chemale. **Avaliações de imóveis em massa para efeitos de tributos municipais**. Florianópolis: Rocha, 1996.

## **APÊNDICE 1- Amostra**



## Amostra

Nº Am.	R\$/ha	Área	Ac.ótima	Ac.boa	Terras 1ª	Terras 2ª	Terras 3ª	X	Y
1	16.528,93	29	0	1	27,0	1,0	1,0	-1.957	6.654
2	14.757,97	34	0	1	21,0	12,0	1,0	-4.409	6.092
3	12.691,85	34	0	1	24,0	2,0	8,0	-3.807	-1.045
4	4.960,00	12	0	0	0,0	0,0	12,0	-5.062	-1.045
5	4.550,00	32	0	0	0,0	0,0	32	-5.173	-1.040
6	14.876,00	6	0	1	0,0	1,0	5,0	912	-859
7	37.190,00	24	1	0	17,0	5,0	2,0	-534	13.038
8	27.685,00	5	1	0	1,0	2,0	2,0	1.278	-1.017
9	5.030,00	28	0	0	0,0	0,0	28,0	-6.355	-10.862
10	7.748,00	19	0	0	0,0	0,0	19,0	-9.632	-10.115
11	11.112,00	45	0	1	0,0	33,0	12,0	-5.036	-12.882
12	10.330,00	194	1	0	0,0	110,0	84,0	-4.573	-12.076
13	5.350,00	21	0	0	0,0	4,0	17,0	-8.851	-4.405
14	36.363,00	6	1	0	1,0	1,0	4,0	-811	-7.455
15	16.528,00	121	0	1	49,0	56,0	16,0	-5.646	-2.782
16	20.661,00	5	0	1	2,5	2,5	0,0	-6.246	-4.437
17	34.435,00	29	1	0	9,0	19,0	1,0	-2.001	14.336
18	3.030,00	18	0	0	0,0	0,0	18,0	-8.851	-4.503
19	3.430,00	14	0	0	0,0	0,0	14,0	-8.614	-4.424
20	20.660,00	10	0	1	9,0	0,5	0,5	-4.370	-7.660
21	19.230,00	4	1	0	0,0	0,0	4,0	-1.225	-8.225
22	15.432,00	13	0	0	1,0	12,0	0,0	2.147	-3.711
23	23.530,00	8	0	1	0,0	5,0	3,0	-273	-2.795
24	16.000,00	13	0	1	1,0	11,0	1,0	8.456	-5.228
25	5.000,00	8	0	0	1,0	1,0	6,0	9.323	-6.657
26	5.165,00	10	0	0	1,0	1,0	8,0	9.700	-6.577
27	4.960,00	12	0	0	0,0	0,0	12,0	8.834	-5.849
28	4.000,00	22	0	0	0,0	1,0	21,0	8.113	-5.638
29	12.121,00	3	0	1	0,0	2,0	1,0	6.362	-5.335
30	28.925,00	12	1	0	8,0	3,0	1,0	4.988	-1.722
31	16.667,00	2	1	0	0,0	2,0	0,0	8.526	1.853
32	15.000,00	3	1	0	0,0	2,5	0,5	9.249	2.386
33	9.398,00	27	0	1	0,5	0,5	26,0	8.598	2.343
34	15.391,00	2	0	1	1,0	1,0	1,0	6.811	3.337
35	18.181,00	12	0	1	6,0	4,0	2,0	5.930	1.673
36	37.234,00	11	1	0	11,0	0,0	0,0	5.181	3.921
37	10.625,00	8	0	1	6,0	1,0	1,0	6.479	6.065
38	9.500,00	12	0	1	0,0	2,5	9,5	8.750	5.650
39	15.587,00	12	0	1	2,0	2,0	8,0	5.021	4.779
40	22.000,00	3	0	1	3,0	0,0	0,0	4.828	5.775
41	25.000,00	1	0	1	1,0	0,0	0,0	-8.986	6.015
42	3.700,00	24	0	0	1,0	1,0	22,0	-17.808	11.208
43	29.000,00	14	1	0	14,0	0,0	0,0	-3.309	5.731
44	18.018,00	2	1	0	0,0	0,0	2,0	-2.801	5.641
45	12.396,00	15	0	1	8,5	2,5	4,0	-3.554	8.628
46	16.994,00	10	1	0	0,0	0,0	10,0	816	10.868
47	21.667,00	3	1	0	0,0	0,0	3,0	-409	12.333